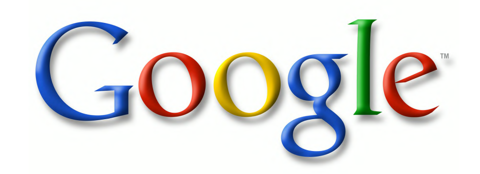
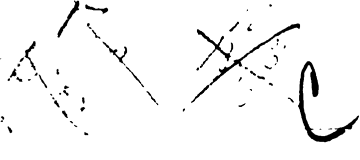
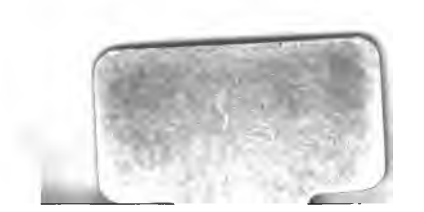












Lehrbuch

der

Meteorologie

von

Ludwig Friedrich Kämtz,

Professor an der vereinigten Friedrichs-Universität
zu Halle.

Pour decouvrir les lois de la nature, il faut, avant d'examiner les causes des perturbations locales, connaître l'état moyen de l'atmosphère et le type constant de ses variations.

Humboldt.

Zweiter Band.

Mit drei lithographirten Tafeln.

Halle,
in der Gebauerschen Buchhandlung
1832.

Sr. Excellenz
dem
Königlich Preußischen
wirklichen Geheimen-Rathe und Kammerherrn
Herrn
Freiherrn
Alexander von Humboldt,

und

Sr. Hochwohlgeboren
dem
Königlich Preußischen Kammerherrn
Herrn
Freiherrn
Leopold von Buch,

den Begründern einer wissenschaftlichen auf Erfahrung gegründeten Meteorologie,

widmet

diesen jugendlichen Versuch

als

Zeichen seiner größten Verehrung und Dankbarkeit
für die vielfache aus ihren Schriften geschöpfte
Belehrung

der Verfasser.

Vorrede.

Bei Bearbeitung dieses zweiten Theiles bin ich im Allgemeinen denselben Grundsätzen gefolgt, welche mir bei dem ersten vorschwebten: strenges Verfolgen der Erscheinungen nicht blos in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht. Indem ich auf diese Art fortging, bemühte ich mich so viel als möglich durch Zusammenstellung der Resultate in verschiedenen Gegenden der Erde allgemeine Gesetze aufzustellen; manche dieser Gesetze sind vielleicht in einer zu großen Allgemeinheit aufgefaßt; ich rechne dazu das über Isothermen und über isobarometrische Linien Gesagte. Wenn wir einst eine größere Zahl von Beobachtungen aus entfernten Weltgegenden besitzen werden, so dürften manche der von mir gegebenen Bestimmungen bedeutend modificirt werden. Die Nothwendigkeit dieser Aenderungen darf jedoch nicht mir zum Vorwurfe gemacht werden. Es ist einmal das Schicksal der Naturwissenschaften, daß jede folgende Erfahrung die Resultate älterer Beobachtungen modificirt: Suchen wir ein Gesetz nicht blos qualitativ, sondern auch quantitativ zu begründen, so schwanken alle unsere Bestimmungen um ein mittleres Resultat, welchem wir uns zwar immer mehr nähern, je größer die Zahl der Beobachtungen wird, das wir aber erst dann erreichen, wenn letztere unendlich groß ist.

Selbst in der Astronomie, wo die Zahl der Messungen weit größer, die Beobachtungen weit schärfer sind, als in der Meteorologie sehen wir, daß jede folgende Beobachtung die ältern Resultate über Geschwindigkeit des Lichtes, Dichtigkeit der Planeten und andere nur durch Erfahrungen zu bestimmende Größen etwas abändert. Hat eine Wissenschaft, wo wir mehrhundertjährige Beobachtungen besitzen, dieses Schicksal, so dürfen wir uns noch weniger wundern, wenn dieses bei einer Wissenschaft geschieht, wo gute Erfahrungen kaum das Alter von einem halben Jahrhundert übersteigen.

In dem Gesagten müssen wir auch den Grund suchen, weshalb meine Bestimmungen einiger Gegenstände so sehr von denen meiner Vorgänger abweichen. Ich rechne dahin die Isothermen. Durch die Arbeit des Herrn von Humboldt wurden die Physiker zuerst auf diesen Gegenstand aufmerksam; es wurden aus verschiedenen Gegenden der Erde Beobachtungen bekannt gemacht, und indem ich eine größere Zahl von Messungen benutzen konnte, gelangte ich zu abweichenden Resultaten.

Hieraus müssen endlich die Verschiedenheiten in den Zahlenangaben hergeleitet werden, die sich in einigen Stellen dieses zweiten Bandes finden. Die mittleren Temperaturen einiger Orte, die ich in den größeren Tafeln angegeben habe, weichen zum Theil um einige Zehntel eines Grades von denjenigen ab, welche ich bei Bestimmung der Isothermen benutzte. Letztere Arbeit war vor zwei Jahren größtentheils vollendet, und wenn ich gleich jede folgende Beobachtung in meine Sammlungen eintrug, so hielt ich es doch nicht nöthig, die ganze Untersuchung nochmals zu beginnen, weil die Endresultate wenig geändert wurden. In den Tafeln dagegen habe ich die mittleren Werthe mit Anwendung der letzten mir zugekommenen Angaben mitgetheilt. Hierin liegt auch der Grund, weshalb einige der in den Tafeln gegebenen Orte nicht bei Bestimmung der Isothermen benutzt sind. Ich rechne dahin namentlich die Orte

aus dem Staate Neu-York, indem ich zu der Zeit, wo der Abschnitt über Isothermen gedruckt wurde, nur zwei Jahrgänge von Beobachtungen benutzen konnte, die mir jedoch nicht hinreichend schienen, um mit den übrigen zusammengestellt zu werden. Gegenwärtig umfassen die Beobachtungen in jenen Gegenden einen Zeitraum von vier Jahren (in der Tafel sind nur drei benutzt) und eine Vergleichung derselben scheint dasjenige zu bestätigen, was ich über die Temperaturverhältnisse an der Ostküste America's gesagt habe.

Derjenige, welcher die mitgetheilten Rechnungen und die aus den Erfahrungen hergeleiteten Formeln näher ansieht, tadelt mich vielleicht deshalb, daß ich nur an wenigen Stellen die aus diesen Functionen folgenden Werthe mit den durch Erfahrung gegebenen verglichen habe. Hätte ich jedoch diese Vergleichung allenthalben annehmen wollen, so hätte sich ein großer Theil der Tafeln nicht in einen so engen Raum bringen lassen und der Band wäre mehrere Bogen stärker geworden; ich hielt dieses aber besonders deshalb für unnöthig, weil derjenige, welcher im Stande ist, Ausdrücke dieser Art zu verstehen, auch solche Zusammenstellungen selbst vornehmen kann.

In dem ersten Bande habe ich auf S. 394 einen Fehler begangen, der sich noch an mehreren Stellen desselben Bandes befindet. Es handelt sich dort vom Widerstande, welchen die Luft den Dampfbläschen, Regentropfen und andern kleinen herabfallenden Körpern entgegensetzt. Ich habe meine Rechnungen in der Folge nochmals durchgesehen und gefunden, daß ich die in Zollen gefundene Endgeschwindigkeit für Fuße genommen habe. Da der Gegenstand, so weit er sich auf das Schweben der Wolken bezieht, häufig besprochen worden ist, so will ich hier in der Kürze den Gang der Untersuchung angeben.

Bewegt sich ein Körper in einem Widerstand leistenden Mittel von constanter Dichtigkeit, so kann bekanntlich dieser

Widerstand als eine verzögernde Kraft angesehen werden, welche sich verhält wie das Quadrat der Geschwindigkeit. Ist nun s der Raum, welchen der Körper mit der Geschwindigkeit v in der Zeit t durchläuft und f eine stetig wirkende Kraft von constanter Intensität, so ist bekanntlich

$$f = \frac{vdv}{ds}.$$

Da in unserm Falle $f = v^2$ und die Geschwindigkeit abnimmt, so wird

$$v^2 ds = - vdv \text{ oder } ds = - \frac{dv}{v},$$

also

$$s = - \log. nat. v + C.$$

Um die Constante zu bestimmen, nehmen wir an, der Körper habe anfänglich die Geschwindigkeit V; wenn also $s = o$ ist, so wird

$$o = - \log. nat. V + C,$$

mithin

$$C = \log. nat. V \text{ und}$$

$$s = \log. nat. \frac{V}{v}.$$

Wenn der Körper im luftleeren Raume fällt, so bewegt er sich mit beschleunigter Geschwindigkeit, dabei nimmt der Widerstand sehr schnell zu und es folgt aus den Principien der Mechanik, daß er endlich eine Geschwindigkeit erlangt, die sehr nahe gleichförmig ist. Es sey U die Endgeschwindigkeit, welche der Körper auf diese Art erlangt, g die beschleunigende Kraft der Schwere, V irgend eine andere Geschwindigkeit und f die zugehörige verzögernde Kraft, so verhält sich

$$g : f = U^2 : V^2;$$

wenn also der Körper die Geschwindigkeit V besitzt, so ist die zugehörige verzögernde Kraft $g \frac{V^2}{U^2}$.

Es ist demnach die beschleunigende Kraft für fallende Körper

$$g - g \frac{V^2}{U^2}.$$

Setzen wir diesen Werth für f in die Formel $fds = VdV$, so wird

$$ds = \frac{U^2}{g} \cdot \frac{VdV}{U^2 - V^2}$$

und verwandeln wir $\frac{1}{U^2 - V^2}$ in eine Reihe, so wird

$$\int \frac{VdV}{U^2 - V^2} = \frac{V^2}{2U^2} + \frac{V^4}{4U^4} + \frac{V^6}{6U^6} + \ldots\ldots + C$$

$$= -\tfrac{1}{2} \log \left(1 - \frac{V^2}{U^2}\right) + C,$$

folglich wird

$$s = -\frac{U^2}{2g} \log \left(1 - \frac{V^2}{U^2}\right) + \text{Const.}$$

Ist $V = o$, so wird $s = o$, also $C = o$ und es ist

$$s = -\frac{U^2}{2g} \log \frac{U^2 - V^2}{U^2} = \frac{U^2}{2g} \log . \frac{U^2}{U^2 - V^2}$$

Da ferner $dt = \frac{ds}{V}$, so wird

$$dt = \frac{u^2}{g} \frac{dV}{U^2 - V^2} = \frac{U^2}{g} \left(\frac{dV}{U^2} + \frac{V^2 dV}{U^4} + \frac{V^4 dV}{U^6} + \ldots\right)$$

$$t = \frac{U}{g} \left(\frac{V}{U} + \frac{V^3}{3U^3} + \frac{V^5}{5U^5} \ldots\right)$$

$$= \frac{U}{2g} \log \frac{U + V}{U - V}.$$

Wenn sich nun ein Körper in einem Widerstand leistenden Mittel bewegt und mit einer ebenen, auf der Richtung der Bewegung senkrechten Fläche gegen das Fluidum drückt, so ist der Widerstand gleich dem Gewichte einer Säule des Fluidums, deren Basis die drückende Ebene und deren Höhe gleich der doppelten Höhe ist, durch welche der Körper im luftleeren Raume fallen mußte, wenn er die Geschwindigkeit erlangen soll, mit welcher er sich eben bewegt. Steht die gegen das Fluidum drückende Oberfläche nicht senkrecht auf der Richtung der Bewegung, sondern bildet sie mit derselben den Winkel φ, so wird der Widerstand vermindert in dem Verhältnisse von $rad.^2 : \sin^2\varphi$.

Haben wir nun einen durch Umdrehung erzeugten Körper und legen wir die Axe der Abscissen in die Richtung der Bewegung und mit derjenigen Linie zusammenfallend, um welche sich der Körper drehte, während die Ordinaten darauf senkrecht stehen, so ist die Oberfläche eines kleinen Ringes

$$2\pi y \sqrt{(dx^2 + dy^2)}.$$

Stände derselbe senkrecht auf der Richtung der Bewegung, wäre n die Dichtigkeit des Fluidums und h die Höhe, durch welche det Körper fallen mußte, um die ihm gehörige Geschwindigkeit zu erreichen, so würde der Widerstand

$$4\pi y \sqrt{(dx^2 + dy^2)}\, nh.$$

Da jedoch diese Oberfläche gegen die Richtung der Bewegung geneigt ist und dieser Neigungswinkel durch das Differential des Bogens zum Differential der Ordinate ausgedrückt wird, so wird der Widerstand vermindert im Verhältnisse von

$$(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}} : dy^3$$

und es wird derselbe

$$\frac{4\pi y\, dy}{\left(\frac{dx}{dy}\right)^2 + 1} \cdot nh$$

Bei einer Kugel vom Halbmesser r ist

$$y = \sqrt{(2rx + x^2)}$$

also wird der Widerstand

$$4\pi nh \int \frac{(r-x)^3}{r^2} dx = \frac{4\pi nh}{r^2}\left(r^2x - \frac{3r^2x^3}{2} + rx^3 - \frac{x^4}{4}\right)$$

und für $r = x$ wird der Widerstand

$$\pi r^2 nh.$$

Da das Fluidum, in welchem sich die Kugel bewegt, seitwärts entweicht, wenn es fortgestoßen ist, und diese Bewegung sich auf alle benachbarten Theilchen fortpflanzt, so wird dieser Ausdruck etwas abgeändert. Aus den bekannten Versuchen von

Desaguliers in der Paulskirche zu London folgerte Newton, der Widerstand werde auf die Hälfte reducirt, also

$$\frac{\pi r^2 hn}{2}$$

ein Resultat, welches vor kurzem Schmidt bei langsamen Bewegungen auf einen völlig verschiedenen Wege hergeleitet hat (Theorie des Widerstandes der Luft bei der Bewegung der Körper von Dr. J. C. Eduard Schmidt. 8. Göttingen 1831. S. 58). Die in Bewegung gesetzte Materie ist $\frac{8\pi r^3 m}{6}$, folglich ist die verzögernde Kraft

$$f = \frac{3\pi r^2 hn}{8\pi r^3 m} = \frac{3hn}{8rm}$$

oder wenn wir für h seinen Werth $\frac{v^2}{2g}$ setzen

$$f = \frac{3v^2 n}{16rmg}.$$

Da sich nun die Widerstände verhalten wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, so verhält sich

$$1 : f^2 = U^2 : v^2 \text{ oder}$$

$$1 : \frac{3v^2 n}{16rmg} = U^2 : v^2$$

folglich

$$U^2 = \frac{16rmg}{3n}$$

$$U = \sqrt{\frac{16rmg}{3n}} = 4\sqrt{\frac{rmg}{3n}}.$$

Hier giebt $\frac{m}{n}$ das Verhältniß der Dichtigkeit des Körpers zu der Dichtigkeit des Fluidums an. In unserm Falle ist dieses Verhältniß nicht constant, da die Dichtigkeit der Luft desto bedeutender wird, je tiefer die Tropfen und Nebelbläschen sinken. Da es sich jedoch hier nur stets um eine beiläufige Schätzung handelt, so scheint es mir nicht nöthig, die deshalb erforderliche Umbildung der Formel vorzunehmen, da viele andere, nicht mit in die Rechnung zu ziehende Umstände hiebei eine wich-

tige Rolle spielen. Die Tropfen haben nur dann eine sphärische Gestalt, wenn sie ihrer gegenseitigen Anziehung folgen; so wie sie sich in der Luft bewegen, werden sie auf der untern Seite abgeplattet, und ihre Gestalt dürfte sehr nahe mit der birnförmigen bei Hagelkörnern beobachteten übereinstimmen, wodurch offenbar r größer wird, als es die obige Formel verlangt. Wenn ferner die Tropfen und Nebelbläschen während des Fallens verdunsten oder sich auf ihrer Oberfläche neue Dämpfe niederschlagen, so muß die Bewegung sich nothwendig beständig ändern. Ich will daher den obigen Ausdruck als Annäherung beibehalten.

Nun ist
$$t = \frac{U}{2g} \log \frac{U+V}{U-V} \text{ oder}$$
$$Ut = \frac{U^2}{2g} \log \frac{(U+V)^2}{U^2-V^2}.$$

Ferner haben wir gefunden
$$s = \frac{U^2}{2g} \log \frac{U^2}{U^2-V^2}$$

mithin
$$s - Ut = \frac{U^2}{2g} \log \frac{U^2}{(U+V^2)}.$$

Hier stimmen U und V nahe überein, und es wird also
$$s - Ut = \frac{U^2}{2g} \log \tfrac{1}{4}$$
$$s = Ut + \frac{U^2}{2g} \log \tfrac{1}{4}$$

wo wir natürliche Logarithmen zu nehmen haben.

Ich will dieses zuerst auf die Dampfbläschen anwenden. Nach den Bestimmungen von Kratzenstein (Band I. S. 393) ist der äußere Durchmesser eines Dampfbläschen 0,000278 Zoll oder 0,0000232 Fuß. Nach der Wägung von Biot ist das Verhältniß m : n gleich 1:0,00130386, wofür ich 1:0,001 nehmen will; ferner g = 30,2 Fuß. Nehmen wir nun an, jener Körper bestehe ganz aus Wasser, so erhalten wir als Endgeschwindigkeit
$$U = 4\sqrt{\frac{0{,}0000232 \,.\, 10000 \,.\, 30{,}2}{3}} = 1{,}933 \text{ Fuß}.$$

Die größte Geschwindigkeit, welche dieser Körper erreichen kann, betrüge also noch nicht 2 Fuß. Sollte der Körper durch eine Höhe von 1000 Fuß fallen, so gäbe die Gleichung

$$t = \frac{5}{U} - \frac{U}{2g} \log \frac{1}{4}$$

mehr als 510 Secunden, also 8 bis 9 Minuten. Ein schwacher aufsteigender Luftstrom von 2 Fuß Geschwindigkeit würde im Stande seyn, das Sinken des Bläschens zu hindern.

Nehmen wir selbst den größten Durchmesser der Nebelbläschen, wie er von Fraunhofer (Bd. I. S. 393) gefunden wurde, nämlich 0,00113 Zoll oder 0,0000942 Fuß, so würde

$$U = 4 \sqrt{\frac{0,0000942 .\ 1000 .\ 30,2}{3}} = 3,895 \text{ Fuß}.$$

Wenn jedoch die Vorstellung, daß die Bläschen wirklich hohle Körper seyen, richtig ist, so wird die Geschwindigkeit noch weit mehr verzögert. Nach den Messungen von Kratzenstein beträgt die Dicke der Hülle 0,000025 Zoll oder 0,000002083 Fuß. Ist also der äußere Durchmesser der Blase 0,0000232 Fuß, so ist der innere 0,000021117 Fuß. Sehen wir demnach das Gewicht des Wasserkügelchens als Einheit an, so ist das des Nebelbläschens sehr nahe 0,240, und da sich die Dichtigkeiten eben so verhalten, so wird in dem ersten vorher betrachteten Beispiele

$$U = 4 \sqrt{\frac{0,0000232 .\ 240 .\ 30,2}{3}} = 0,947 \text{ Fuß}.$$

Sollte also ein solches Bläschen aus einer Höhe von 10000 Fuß herabfallen, so würde es dazu mehr als 10000 Secunden gebrauchen. Ich gebe dieses letztere Resultat nur deshalb, weil sehr häufig nach demselben gefragt ist; wer jedoch nur einigermaaßen über das Problem nachgedacht hat, weiß, daß die ganze Untersuchung nicht so weit ausgedehnt werden darf, weil

auf diesem Wege so viel Umbildungen Statt finden, daß die Voraussetzung, als ob das Bläschen durch einen Raum von mehreren tausend Fuß falle, einen sehr geringen Grad von Wahrscheinlichkeit erhält.

Das Gesagte dürfte wohl hinreichen, um überhaupt die Möglichkeit dieses Schwebens der Wolken zu zeigen. Die Geschwindigkeit der Regentropfen läßt sich auf dieselbe Art bestimmen. Gesetzt, ein Tropfen hätte einen Durchmesser von 1 Linie oder $\frac{1}{144}$ Fuß, so würde

$$U = 4\sqrt{\frac{1000.\ 30{,}2}{144.\ 3}} = 33{,}45 \text{ Fuß}.$$

Nehmen wir Tropfen von den Halbmessern r und r', so erhalten wir für die Geschwindigkeiten

$$U : U' = \sqrt{r} : \sqrt{r'}.$$

Für die Gewichte der Tropfen erhalten wir

$$G : G' = r^3 : r'^3.$$

Um die Größe des mechanischen Effectes, welchen diese Tropfen am Boden hervorbringen, zu bestimmen, nehmen wir die Producte der Massen und lebendigen Kräfte, und dadurch erhalten wir für dieses Verhältniß $r^4 : r'^4$. Aus diesem Verhältnisse erklärt sich mit großer Einfachheit die in Bd. I. S. 428 erwähnte Bemerkung, nach welcher die großtropfigen Regen zwischen den Wendekreisen auf dem nackten Körper der Neger ein so unangenehmes Gefühl erzeugen. Auch der Schaden, welchen große Hagelkörner anrichten, folgt hieraus. Nehmen wir an, ein Hagelkorn habe einen Durchmesser von 1 Zoll = $\frac{1}{12}$ Fuß, und setzen wir seine Dichtigkeit 800 Mal größer, als die der Luft, so wird die Endgeschwindigkeit

$$U = 4\sqrt{\frac{800.\ 30{,}2}{12.\ 3}} = 103{,}6 \text{ Fuß}.$$

Nehmen wir das Gewicht eines Kubikzolles Hagel nur zu 2 Loth an, so ist das Gewicht des Hagelkornes etwas größer als ein Loth, und wenn dieses mit der Geschwindigkeit zusammengestellt

wird, so sehen wir die Ursache des großen Schadens, welchen solche Körner anrichten. Es würde unter übrigens gleichen Umständen der am Boden gemachte Eindruck bei einem Hagelkorne von doppeltem Durchmesser 16 Mal größer seyn, als der eines Kornes von einfachem Durchmesser.

Die isobarometrischen Linien habe ich auf der Charte auch für einen Theil der südlichen Halbkugel gezogen, obgleich ich bei Behandlung dieses Gegenstandes nur vorzugsweise die nördliche berücksichtigte. Die Beobachtungen, welche Lislet Geoffroy im Jahre 1828 zu Port Louis auf Isle de France anstellte und in den Transactions of the R. Asiatic Society of Great Britain and Ireland II. Append. p. LXXIII mittheilt, konnte ich erst später während meines Aufenthaltes zu Berlin benutzen. Darnach ist der Unterschied zwischen den Extremen der Reihe nach in den Monaten Januar u. s. w. 3‴,7; 2‴,9; 11‴,8; 2‴,9; 2‴,2; 3‴,1; 2‴,8; 3‴,4; 3‴,0; 3‴,4; 2‴,8; 3‴,9. Während eines Orkans am 6ten und 7ten März sank das Barometer bis zu 27″ 4‴; schließen wir den März als zu anomal bei Herleitung des Mittels aus, so erhalten wir für den monatlichen Umfang der unregelmäßigen Barometeroscillationen 3‴,10 in einer Breite von 20° 10′ S. Stellen wir diese mit der in Capstadt, nämlich 5‴,52 in 33° 55′ S zusammen, so wird

$$D_\varphi = 14''',178 - 12''',572 \cos^2\varphi.$$

Darnach wird der mittlere Umfang der monatlichen Barometeroscillationen am Aequator 1‴,606 und wir finden

isobarometrische Linie von	2‴ in	10° 10′ S
	4 . . .	25. 52
	6 . . .	36. 14
	8 . . .	44. 30

Weiter nach Osten nähern sich diese Linien dem Aequator, wie die Messungen in Neu-Holland zu beweisen scheinen. Die Biegung der Linien im indischen Meere und in dem nördlich

liegenden Hindostan zeigt aufs Bestimmteste, daß die großen Aufregungen der Atmosphäre, welche hier besonders zu der Zeit Statt finden, wo die Moussons wechseln, im innigen Zusammenhange stehen mit dem Luftdrucke.

Ich erlaube mir hier eine Bitte an alle diejenigen, welche sich für die Fortschritte der Wissenschaft interessiren. Ich habe in den beiden bis jetzt erschienenen Theilen sehr häufig über den Mangel an Beobachtungen Klage geführt; manche Untersuchung konnte ich nicht in dem Umfange und bis zu dem Grade vollenden, als ich wünschte, weil mir eine hinreichende Zahl von Beobachtungen fehlte; manche Bemerkungen sind vielleicht weniger vollständig oder richtig, weil ich selbst wenig Gelegenheit hatte, die Natur in andern Gegenden als in der norddeutschen Ebene zu studiren. Ich ersuche daher dringend die Beobachter des In- und Auslandes, denen diese Zeilen zur Ansicht kommen sollten, die Resultate ihrer Beobachtungen und ihre Bemerkungen über einzelne Sätze entweder direct, oder durch die Verlagshandlung an mich zu schicken. Ich füge noch die Bemerkung hinzu, daß ich durch die Municifenz Seiner Excellenz des Freiherrn Stein von Altenstein in den Stand gesetzt worden bin, eine Reise nach der Schweiz und Italien zu machen, um die Gesetze der atmosphärischen Erscheinungen in jenen Gegenden zu studiren. Wird dadurch auch der Fortgang dieses Werkes um einige Zeit verzögert, so hoffe ich doch, daß ich nach Beendigung dieser Reise im Stande seyn werde, mehrere Thatsachen genügender zu behandeln.

Halle, den 23. März 1832.

L. F. Kämtz.

In-

Inhalt.

Fünf-

Fünfter Abschnitt.

Genauere Untersuchung über den Gang der Temperatur.

Um die Gesetze zu bestimmen, welche uns die Winde und die Hydrometeore zeigen, war eine Kenntniß der wichtigsten Erscheinungen erforderlich, welche uns die Wärme in ihrem Verhalten zeigt; es haben uns die bisherigen Untersuchungen hinreichend bewiesen, daß die Luftströmungen sowohl als die Niederschläge vorzüglich durch Temperaturdifferenzen erzeugt werden. Aber einige Aufmerksamkeit auf den Gang der Witterung zeigt uns sehr bald, daß eben diese Erscheinungen den größten Einfluß auf die Temperatur haben, und daß dieselben Störungen im Gleichgewichte der Atmosphäre, welche Wirkungen vorhergehender Phänomene waren, jetzt die Ursachen von künftigen Erscheinungen werden.

Die wichtigste Quelle der Wärmeänderungen auf der Erde ist die Sonne; ihre Strahlen kommen leuchtend an, werden von den Körpern absorbirt, und nachdem die Temperatur dieser erhöht worden ist, so strahlt die Wärme theils als dunkle Wärme wieder aus, theils wird sie durch Leitung ins Innere der Körper geführt. Aber hier treffen wir sogleich auf eine große Menge von Schwierigkeiten. Wie und in welchem Grade findet diese Umwandlung des Lichts in Wärme Statt? Daß eine solche Umbildung wirklich vor sich gehe, scheint besonders dadurch erwiesen zu werden, daß die dunkeln Körper, welche die geringste Zahl von Lichtstrahlen reflectiren, auch diejenigen sind, welche am meisten von der Sonne erwärmt werden. Ob aber hier wirklich Licht in Wärme verwandelt wird, oder ob die Lichtstrahlen der Sonne von weniger brechbaren Wärmestrahlen begleitet sind, wie dieses aus den

bekannten Untersuchungen Herschel's [1]) zu folgen scheint, si
Fragen, welche bisher noch nicht genügend beantwortet si
Diese ganze Untersuchung wird schon dadurch erschwert, daß w
nicht wissen, ob das Licht aus Atomen besteht, welche von d
Sonne mit großer Schnelligkeit fortgeschleudert werden, oder
das Leuchten einiger Körper nur durch Undulationen eines fein
Aethers erzeugt wird. Sehen wir letztere Hypothese, wel
durch die neueren Untersuchungen von Thomas Youn
Fresnel, Fraunhofer und andern Physikern einen hoh
Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten hat, als die naturgemäß
an, dann müssen wir, allen unsern Erfahrungen zufolge, ähnli
Undulationen den Erscheinungen der Wärme zu Grunde leg
Mehrere ausgezeichnete Experimentatoren, unter denen ich n
[illegible] nennen will, haben schon längst di
Meinung aufgestellt, der Zusammenhang zwischen den optisch
Erscheinungen und denen der Wärme scheine darauf zu deute
daß die objectiven Ursachen beider nicht wesentlich, sondern n
dem Grade nach verschieden sind [2]). Es scheint, als würden d
Wärmephänomene durch Schwingungen von längeren Well
hervorgebracht, als die des Lichtes; wenigstens erklärt es si
daraus, warum die Wärme im prismatischen Farbenbilde v
rothen Ende, wo die Lichtwellen die größte Länge haben, zu
violetten abnimmt; warum ein Körper bei der Erhitzung anfän
lich roth, späterhin weiß glüht u. s. w. [3]).

Es ist nicht meine Absicht, diesen Gegenstand hier weiter zu ve
folgen; aber selbst bei der Anwendung der in der theoretischen Phy
entwickelten Sätze auf die Erscheinungen der Atmosphäre treffen w
auf eine Schwierigkeit, die zwar mehr den Sprachgebrauch, als d
Innere der Erscheinungen betrifft, hier aber keineswegs mit Sti
schweigen übergangen werden kann. Es ist in dem Obigen meh
mals die Wärmestrahlung als Ursache von Erscheinungen ang
geben worden, namentlich wurde dieselbe als der wichtigste U
stand bei der Bildung des Thaues angesehen (Bd. I. S. 358
wir werden in diesem Abschnitte die wichtige Rolle kennen lern

1) Gilbert's Annalen VII, 137. X, 68. XII, 521.

2) Biot Traité IV, 612.

3) Baumgartner Naturlehre S. 456.

welche eben diese Modification in der Wirkung des Wärmeprincips bei der Vertheilung der Temperaturen spielt. Aber der Ausdruck Wärmestrahlung und die ganze Erklärung dieses Vorganges hängt so innig mit dem Corpuscularsysteme der Wärme zusammen, daß es scheint, als ob mit dem Umsturze von diesem auch sämmtliche Folgerungen aus dieser Strahlung über den Haufen fallen müßten. Die Wärmetheilchen suchen sich vermöge ihrer großen Expansion von einander zu entfernen und werden nur von den Körpern zurückgehalten. Sind neben einander mehrere Körper von ungleicher Temperatur, zwischen denen sich entweder Luft oder ein luftleerer Raum befindet, so bewegen sich die Wärmetheilchen mit großer Schnelligkeit von dem wärmeren Körper zu dem kälteren, bis beide endlich einerlei Temperatur erlangt haben, ohne daß der Körper, durch welchen die Wärme hindurch strahlt, erwärmt zu werden braucht *). Wir dürfen in diesem Falle jedoch nicht glauben, daß blos der wärmere Körper Wärme ausstrahle, vielmehr erhält dieser eben so gut Wärme von dem kälteren, es findet nur der Unterschied Statt, daß die Menge der von dem heißeren Körper kommenden Strahlen größer ist. Pictet's bekannter Versuch über die Reflexion der Kälte von einem Hohlspiegel beweist genügend, daß ein solcher Austausch der Wärme Statt findet.

Einen ähnlichen Vorgang, als wir hier zwischen den terrestrischen Körpern erkannt haben, müssen wir auch zwischen den Himmelskörpern annehmen. Die Sonne als Körper von hoher Temperatur stößt diesem Systeme zufolge die Licht- und Wärmetheilchen mit großer Schnelligkeit fort; indem diese den Himmelsraum oder doch wenigstens den Raum, in welchem sich die Erde bewegt, durcheilen, wird dieser Theil des Weltgebäudes erleuchtet, da hier keine festen oder wenig durchsichtigen Körper vorhanden sind, so wird die Temperatur dieses Raumes niedrig seyn. Eine völlig ähnliche Wirkung muß auch durch die Strahlen der zahllosen Sterne hervorgebracht werden, welche am Himmelsgewölbe zerstreut sind; da jedoch die Erwärmung durch dieselbe Wärmequelle abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung wächst, so wird die durch das Sternenlicht erzeugte Wärme in Vergleich

*) Muncke Naturlehre §. 702.

mit dem der Sonne nur unbedeutend seyn. Wenn demnach a
die Wärme des Weltraumes sehr klein ist, so ist es doch we
wahrscheinlich, daß er absolut kalt sey. Fourier hat bes
ders auf diesen Umstand aufmerksam gemacht 5). Er glau
daß die Wärme des Weltraumes oder wenigstens der Gege
durch welche sich die Erde bewegt, nahe gleich der mittleren Te
peratur der Pole sey, und er bestimmt diese zu — 50° C, e
Größe, zu welcher auch Svanberg durch eine Reihe ande
Betrachtungen gelangt ist 6). Ob aber diese Größe richtig
oder nicht, läßt sich beim jetzigen Zustande unserer Kenntn
über die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche nicht
stimmen; der in der Folge näher zu betrachtende Einfluß der Lu
strömungen auf die Temperatur macht es jedoch wahrscheinli
daß die Wärme des Poles noch bedeutend höher sey, als die
Weltraumes. Indem Luftmassen aus niederen Breiten dahin
langen, so wird die Wärme jener Gegenden ebenfalls erhöht;
wollten wir die beiden gedachten Temperaturen gleich annehm
so würde daraus folgen, daß an den Polen keine Abnahme
Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche vorhand
wäre, was durch die Erfahrungen in allen übrigen Gegend
wenig wahrscheinlich wird.

Auf eine völlig ähnliche Art strahlt aber auch die Erde
jedem Momente die Wärme aus, welche sie von der Sonne u
den übrigen Himmelskörpern erhalten hat. Während des Tag
giebt die Erde einen Theil der von der Sonne empfangen
Wärme an den kalten Himmelsraum ab, während ein ande
ins Innere der Rinde hineindringt. Die beobachtete Temperat
erhöhung vom Morgen bis zum Mittage zeigt, daß die Me
der von der Sonne kommenden Wärmestrahlen größer ist, als
Menge derjenigen, die als dunkle Wärme in den Himmelsra
zurückkehren. Diese Erkaltung der Erde durch Wärmeausstr
lung ist am Tage kaum merklich, wird aber nach dem Unterga
der Sonne auffallender; da die Menge der in gleichen Zeitr
men ausgestrahlten Wärme von der Temperaturdifferenz zwisc
dem wärmeren Körper und der Umgebung abhängt, so muß

5) Mém. de l'Instit. 1824. p. 580.
6) Bibl. univ. XLVIII, 367.

Strahlung bei Tage lebhafter vor sich gehen, als in der Nacht, sie tritt jedoch nur in dieser deutlicher in die Augen. Nach dem Untergange der Sonne fehlt bei heiterem Himmel und trockener Luft die thätigste Wärmequelle; die Wärme strahlt von der äußeren Erdrinde fort und wird zum Theil aus dem Innern ersetzt, wobei nothwendig die Temperatur der Rinde sinken muß. Die schönen Versuche von Wells über die Thaubildung haben gezeigt, daß bei dieser nächtlichen Erkaltung genau dieselben Gesetze Statt finden, welche sonst bei der Wärmestrahlung beobachtet worden sind. Es werden nämlich diejenigen Körper am meisten erkalten, welche zugleich das größte Strahlungsvermögen und die geringste Leitungsfähigkeit der Wärme besitzen.

Wenn auch die Beschaffenheit des Bodens allenthalben dieselbe wäre, so würden sich doch sehr bedeutende von der Verschiedenheit im Zustande der Atmosphäre abhängige Differenzen in der Größe dieser Erkaltung zeigen. Wäre die Luft entweder nicht vorhanden, oder doch unendlich dünner, so würde die Erkaltung der Rinde in der Nacht sowohl, als ihre Erwärmung am Tage weit bedeutender seyn. Die schönen Untersuchungen von Dulong und Petit [7]) zeigen, daß die Wärmestrahlung im luftleeren Raume weit schneller erfolgt, als in irgend einem Gase, und aus den Versuchen von de la Roche und Bérard geht hervor, daß manche Körper leuchtende Wärme mit Leichtigkeit durch sich hindurchlassen, während dunkle Strahlen ganz von ihnen verschluckt werden [8]). Wenn die Wärmestrahlen durch einen Körper gehen, so kann es geschehen, daß sie entferntere Gegenstände sehr bedeutend erwärmen, während die Temperatur von jenem unverändert bleibt. Nach einer Erfahrung von Muncke [9]) drangen die wärmeerzeugenden Lichtstrahlen eines starken Feuers in einer Entfernung von 130 Fuß durch gefrorne Fensterscheiben, und bewirkten hinter denselben eine merkliche Erwärmung, ohne das Eis der Fensterscheiben bei — 5° im mindesten zu schmelzen, und Scoresby erwähnt, daß seine Matrosen mit wahrem Wohlbehagen eine Pfeife geraucht hätten, die sie vermittelst einer

7) Ann. de chimie VII, 225.
8) Journal de physique LXXVII, 201.
9) Muncke Naturlehre I, 703.

aus Eis verfertigten Linse anzündeten [10]). Das Vermögen
Luft, leuchtende und dunkle Wärmestrahlen durch sich hindu
zulassen, hängt von dem ungleichen Gehalte an Dampfbläsc
ab, und wir werden sogleich mehrere Phänomene erwähn
welche dieses bestätigen. Wenn es auch bisher noch ganz
Vorarbeiten fehlt, um die Schwächung der Wärmestrahlen
verschiedenen Zuständen der Atmosphäre zu bestimmen, so ist d
soviel gewiß, daß die Luft einer von denjenigen Körpern
durch welche die selbst dunkeln Wärmestrahlen am leichtesten h
durchgehen, ohne daß sie selber erwärmt wird, weil es ja so
unmöglich seyn würde, daß wir die Erscheinungen der strahlen
Wärme beobachten könnten.

Hiernach scheint mir die Ableitung der Erkaltung der E
am Boden bei der Thaubildung während der Nacht gar ke
Schwierigkeit zu haben. Muncke, welcher diese Hypothese
streitet, findet besonders darin einen Einwurf, daß die Luft
einiger Entfernung über dem Boden wärmer ist, als dieser,
man doch das Gegentheil erwarten sollte [11]). Wenn aber
Boden ein vielfach größeres Strahlungsvermögen besitzt, als
Luft, so wird er stärker erkalten, als diese; die unteren Luftm
sen lassen diese Strahlen zum großen Theil durch sich hindu
ohne dadurch erwärmt zu werden; sie selbst strahlen zwar ge
den Boden sowohl als gegen den Himmelsraum Wärme a
aber nach der bekannten Relation zwischen dem Strahlungs- u
Absorptions-Vermögen ist die dadurch bewirkte Erkaltung
unbedeutend. Wenn dagegen in der Luft viele Dunstbläsc
existiren, so können nur wenige Strahlen hindurchgehen,
Bläschen werden erwärmt, geben aber sogleich nachher dem B
den zurück, was sie von ihm erhielten, und die Strahlung sch
daher aufgehört zu haben, wie dieses die Erfahrungen
Wells und Wilson über den Einfluß von Wolken auf
Bildung von Thau und Reif bestätigen.

Die Thatsachen, welche die Physiker über strahlende Wä
gesammelt haben, und welche in den meisten Lehrbüchern

---

10) Scoresby Account of the arctic regions I, 232 in Reise
dem Wallfischfang S. 85. Anm.

11) Muncke Naturlehre I, 705.

sind mehr oder weniger ausführlich erörtert sind, können so wenig bezweifelt werden, daß eine jede Hypothese, welche über das Wesen des Wärmeprincips aufgestellt wird, diese nicht unbeachtet lassen darf. Nehmen wir an, daß die Wärme durch Undulationen eines Aethers erzeugt werde, so ist der Ausdruck Wärmestrahl und Wärmestrahlung nur noch mit einer ähnlichen Einschränkung erlaubt, als Fresnel unter dem Ausdrucke Lichtstrahl die gerade Linie zwischen dem leuchtenden und erleuchteten Objecte, oder mit andern Worten den Halbmesser der Lichtwelle, versteht [12]). Wenn dann die Undulationen des Aethers die Körper erreichen, so wird der in diesen befindliche Aether in Schwingungen von vielleicht größerer Länge versetzt, die Körper werden dadurch erwärmt, aber eben diese Wärmeschwingungen wirken auf den Aether im Weltraume zurück. Wie aber der Vorgang eigentlich beschaffen sey, ist bisher noch nicht gehörig untersucht, wenigstens haben die Vertheidiger dieser Ansicht noch keine strenge Vergleichung der beobachteten Größen mit der Theorie vorgenommen; die Erklärung der Phänomene ist hier nicht so leicht, wie bei der Annahme eines Wärmestoffes, den man sich nach Belieben schafft und qualificirt; man muß mittelst Rechnung alles aus der Natur der vibrirenden Bewegung ableiten [13]). Daß das vorhin über Wärmestrahlung Gesagte selbst diesem Systeme zufolge ganz richtig sey, das zeigen uns die Phosphoren am besten. Indem die Sonnenstrahlen die Oberfläche der Leuchtsteine berühren, wird der in diesen befindliche Aether in Schwingungen gesetzt, eben so wie die Erde unserer Hypothese zufolge während des Tages Wärme ausstrahlt, so strahlt der Leuchtstein auch dann Licht aus, wenn er noch von der Sonne beschienen wird; dieses Ausstrahlungsvermögen wird jedoch nur im Finstern bemerklich, wo keine andere Lichtquelle vorhanden ist. Wären unsere Augen hinreichend empfindlich, oder besäßen wir Photometer, welche eben so genau sind, als dieses bei den Thermometern der Fall ist, so würden wir wahrscheinlich bei den Phosphoren genau dieselben Gesetze finden, als bei der Erkaltung durch Strahlung; es würde der Verlust an Licht desto

12) Mém. de l'Acad. des Sc. 1821 et 22. p. 333.

13) Baumgartner Naturlehre S. 456.

Fünf-

Fünfter Abschnitt.

Genauere Untersuchung über den Gang der Temperatur.

Um die Gesetze zu bestimmen, welche uns die Winde und die Hydrometeore zeigen, war eine Kenntniß der wichtigsten Erscheinungen erforderlich, welche uns die Wärme in ihrem Verhalten zeigt; es haben uns die bisherigen Untersuchungen hinreichend bewiesen, daß die Luftströmungen sowohl als die Niederschläge vorzüglich durch Temperaturdifferenzen erzeugt werden. Aber einige Aufmerksamkeit auf den Gang der Witterung zeigt uns sehr bald, daß eben diese Erscheinungen den größten Einfluß auf die Temperatur haben, und daß dieselben Störungen im Gleichgewichte der Atmosphäre, welche Wirkungen vorhergehender Phänomene waren, jetzt die Ursachen von künftigen Erscheinungen werden.

Die wichtigste Quelle der Wärmeänderungen auf der Erde ist die Sonne; ihre Strahlen kommen leuchtend an, werden von den Körpern absorbirt, und nachdem die Temperatur dieser erhöht worden ist, so strahlt die Wärme theils als dunkle Wärme wieder aus, theils wird sie durch Leitung ins Innere der Körper geführt. Aber hier treffen wir sogleich auf eine große Menge von Schwierigkeiten. Wie und in welchem Grade findet diese Umwandlung des Lichts in Wärme Statt? Daß eine solche Umbildung wirklich vor sich gehe, scheint besonders dadurch erwiesen zu werden, daß die dunkeln Körper, welche die geringste Zahl von Lichtstrahlen reflectiren, auch diejenigen sind, welche am meisten von der Sonne erwärmt werden. Ob aber hier wirklich Licht in Wärme verwandelt wird, oder ob die Lichtstrahlen der Sonne von weniger brechbaren Wärmestrahlen begleitet sind, wie dieses aus den

mit dem der Sonne nur unbedeutend seyn. Wenn demnach auch die Wärme des Weltraumes sehr klein ist, so ist es doch wenig wahrscheinlich, daß er absolut kalt sey. Fourier hat besonders auf diesen Umstand aufmerksam gemacht 5). Er glaubt daß die Wärme des Weltraumes oder wenigstens der Gegend, durch welche sich die Erde bewegt, nahe gleich der mittleren Temperatur der Pole sey, und er bestimmt diese zu — 50° C, eine Größe, zu welcher auch Svanberg durch eine Reihe anderer Betrachtungen gelangt ist 6). Ob aber diese Größe richtig sey oder nicht, läßt sich beim jetzigen Zustande unserer Kenntnisse über die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche nicht bestimmen; der in der Folge näher zu betrachtende Einfluß der Luftströmungen auf die Temperatur macht es jedoch wahrscheinlich, daß die Wärme des Poles noch bedeutend höher sey, als die des Weltraumes. Indem Luftmassen aus niederen Breiten dahin gelangen, so wird die Wärme jener Gegenden ebenfalls erhöht; ja wollten wir die beiden gedachten Temperaturen gleich annehmen, so würde daraus folgen, daß an den Polen keine Abnahme der Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche vorhanden wäre, was durch die Erfahrungen in allen übrigen Gegenden wenig wahrscheinlich wird.

Auf eine völlig ähnliche Art strahlt aber auch die Erde in jedem Momente die Wärme aus, welche sie von der Sonne und den übrigen Himmelskörpern erhalten hat. Während des Tages giebt die Erde einen Theil der von der Sonne empfangenen Wärme an den kalten Himmelsraum ab, während ein anderer ins Innere der Rinde hineindringt. Die beobachtete Temperaturerhöhung vom Morgen bis zum Mittage zeigt, daß die Menge der von der Sonne kommenden Wärmestrahlen größer ist, als die Menge derjenigen, die als dunkle Wärme in den Himmelsraum zurückkehren. Diese Erkaltung der Erde durch Wärmeausstrahlung ist am Tage kaum merklich, wird aber nach dem Untergange der Sonne auffallender; da die Menge der in gleichen Zeiträumen ausgestrahlten Wärme von der Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeren Körper und der Umgebung abhängt, so muß die

5) Mém. de l'Instit. 1824. p. 580.
6) Bibl. univ. XLVIII, 367.

Fünfter Abschnitt.

Genauere Untersuchung über den Gang der Temperatur.

Um die Gesetze zu bestimmen, welche uns die Winde und die Hydrometeore zeigen, war eine Kenntniß der wichtigsten Erscheinungen erforderlich, welche uns die Wärme in ihrem Verhalten zeigt; es haben uns die bisherigen Untersuchungen hinreichend bewiesen, daß die Luftströmungen sowohl als die Niederschläge vorzüglich durch Temperaturdifferenzen erzeugt werden. Aber einige Aufmerksamkeit auf den Gang der Witterung zeigt uns sehr bald, daß eben diese Erscheinungen den größten Einfluß auf die Temperatur haben, und daß dieselben Störungen im Gleichgewichte der Atmosphäre, welche Wirkungen vorhergehender Phänomene waren, jetzt die Ursachen von künftigen Erscheinungen werden.

Die wichtigste Quelle der Wärmeänderungen auf der Erde ist die Sonne; ihre Strahlen kommen leuchtend an, werden von den Körpern absorbirt, und nachdem die Temperatur dieser erhöht worden ist, so strahlt die Wärme theils als dunkle Wärme wieder aus, theils wird sie durch Leitung ins Innere der Körper geführt. Aber hier treffen wir sogleich auf eine große Menge von Schwierigkeiten. Wie und in welchem Grade findet diese Umwandlung der Luft in Wärme Statt? Daß eine solche Umbildung wirklich vor sich gehe, scheint besonders dadurch erwiesen zu werden, daß die dunkeln Körper, welche die geringste Zahl von Lichtstrahlen reflectiren, auch diejenigen sind, welche am meisten von der Sonne erwärmt werden. Ob aber hier wirklich Licht in Wärme verwandelt wird, oder ob die Lichtstrahlen der Sonne von weniger brechbaren Wärmestrahlen begleitet sind, wie dieses aus den

aus Eis verfertigten Linse anzündeten [10]). Das Vermögen d
Luft, leuchtende und dunkle Wärmestrahlen durch sich hindur
zulassen, hängt von dem ungleichen Gehalte an Dampfbläsch
ab, und wir werden sogleich mehrere Phänomene erwähn
welche dieses bestätigen. Wenn es auch bisher noch ganz
Vorarbeiten fehlt, um die Schwächung der Wärmestrahlen
verschiedenen Zuständen der Atmosphäre zu bestimmen, so ist d
soviel gewiß, daß die Luft einer von denjenigen Körpern i
durch welche die selbst dunkeln Wärmestrahlen am leichtesten h
durchgehen, ohne daß sie selber erwärmt wird, weil es ja so
unmöglich seyn würde, daß wir die Erscheinungen der strahlend
Wärme beobachten könnten.

Hiernach scheint mir die Ableitung der Erkaltung der Er
am Boden bei der Thaubildung während der Nacht gar kei
Schwierigkeit zu haben. Muncke, welcher diese Hypothese b
streitet, findet besonders darin einen Einwurf, daß die Luft
einiger Entfernung über dem Boden wärmer ist, als dieser, d
man doch das Gegentheil erwarten sollte [11]). Wenn aber d
Boden ein vielfach größeres Strahlungsvermögen besitzt, als d
Luft, so wird er stärker erkalten, als diese; die unteren Luftma
sen lassen diese Strahlen zum großen Theil durch sich hindurc
ohne dadurch erwärmt zu werden; sie selbst strahlen zwar geg
den Boden sowohl als gegen den Himmelsraum Wärme au
aber nach der bekannten Relation zwischen dem Strahlungs- u
Absorptions-Vermögen ist die dadurch bewirkte Erkaltung se
unbedeutend. Wenn dagegen in der Luft viele Dunstbläsch
existiren, so können nur wenige Strahlen hindurchgehen, d
Bläschen werden erwärmt, geben aber sogleich nachher dem B
den zurück, was sie von ihm erhielten, und die Strahlung schei
daher aufgehört zu haben, wie dieses die Erfahrungen v
Wells und Wilson über den Einfluß von Wolken auf d
Bildung von Thau und Reif bestätigen.

Die Thatsachen, welche die Physiker über strahlende Wärm
gesammelt haben, und welche in den meisten Lehrbüchern z

---

10) Scoresby Account of the arctic regions I, 232 in Reise
dem Wallfischfang S. 85. Anm.

11) Muncke Naturlehre I, 705.

welche eben diese Modification in der Wirkung des Wärmeprincips bei der Vertheilung der Temperaturen spielt. Aber der Ausdruck Wärmestrahlung und die ganze Erklärung dieses Vorganges hängt so innig mit dem Corpuscularsysteme der Wärme zusammen, daß es scheint, als ob mit dem Umsturze von diesem auch sämmtliche Folgerungen aus dieser Strahlung über den Haufen fallen müßten. Die Wärmetheilchen suchen sich vermöge ihrer großen Expansion von einander zu entfernen und werden nur von den Körpern zurückgehalten. Sind neben einander mehrere Körper von ungleicher Temperatur, zwischen denen sich entweder Luft oder ein luftleerer Raum befindet, so bewegen sich die Wärmetheilchen mit großer Schnelligkeit von dem wärmeren Körper zu dem kälteren, bis beide endlich einerlei Temperatur erlangt haben, ohne daß der Körper, durch welchen die Wärme hindurch strahlt, erwärmt zu werden braucht [4]. Wir dürfen in diesem Falle jedoch nicht glauben, daß blos der wärmere Körper Wärme ausstrahle, vielmehr erhält dieser eben so gut Wärme von dem kälteren, es findet nur der Unterschied Statt, daß die Menge der von dem heißeren Körper kommenden Strahlen größer ist. Pictet's bekannter Versuch über die Reflexion der Kälte von einem Hohlspiegel beweist genügend, daß ein solcher Austausch der Wärme Statt finde.

Einen ähnlichen Vorgang, als wir hier zwischen den terrestrischen Körpern erkannt haben, müssen wir auch zwischen den Himmelskörpern annehmen. Die Sonne als Körper von hoher Temperatur stößt diesem Systeme zufolge die Licht- und Wärmetheilchen mit großer Schnelligkeit fort; indem diese den Himmelsraum oder doch wenigstens den Raum, in welchem sich die Erde bewegt, durcheilen, wird dieser Theil des Weltgebäudes erleuchtet; da hier keine festen oder wenig durchsichtigen Körper vorhanden sind, so wird die Temperatur dieses Raumes niedrig seyn. Eine völlig ähnliche Wirkung muß auch durch die Strahlen der zahllosen Sterne hervorgebracht werden, welche am Himmelsgewölbe zerstreut sind; da jedoch die Erwärmung durch dieselbe Wärmequelle abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung wächst, so wird die durch das Sternenlicht erzeugte Wärme in Vergleich

4) Muncke Naturlehre S. 702.

mit dem der Sonne nur unbedeutend seyn. Wenn demnach auch die Wärme des Weltraumes sehr klein ist, so ist es doch wenig wahrscheinlich, daß er absolut kalt sey. Fourier hat besonders auf diesen Umstand aufmerksam gemacht [5]). Er glaubt, daß die Wärme des Weltraumes oder wenigstens der Gegend, durch welche sich die Erde bewegt, nahe gleich der mittleren Temperatur der Pole sey, und er bestimmt diese zu — 50° C, eine Größe, zu welcher auch Svanberg durch eine Reihe anderer Betrachtungen gelangt ist [6]). Ob aber diese Größe richtig sey oder nicht, läßt sich beim jetzigen Zustande unserer Kenntnisse über die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche nicht bestimmen; der in der Folge näher zu betrachtende Einfluß der Luftströmungen auf die Temperatur macht es jedoch wahrscheinlich, daß die Wärme des Poles noch bedeutend höher sey, als die des Weltraumes. Indem Luftmassen aus niederen Breiten dahin gelangen, so wird die Wärme jener Gegenden ebenfalls erhöht; ja wollten wir die beiden gedachten Temperaturen gleich annehmen, so würde daraus folgen, daß an den Polen keine Abnahme der Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche vorhanden wäre, was durch die Erfahrungen in allen übrigen Gegenden wenig wahrscheinlich wird.

Auf eine völlig ähnliche Art strahlt aber auch die Erde in jedem Momente die Wärme aus, welche sie von der Sonne und den übrigen Himmelskörpern erhalten hat. Während des Tages giebt die Erde einen Theil der von der Sonne empfangenen Wärme an den kalten Himmelsraum ab, während ein anderer ins Innere der Rinde hineindringt. Die beobachtete Temperaturerhöhung vom Morgen bis zum Mittage zeigt, daß die Menge der von der Sonne kommenden Wärmestrahlen größer ist, als die Menge derjenigen, die als dunkle Wärme in den Himmelsraum zurückkehren. Diese Erkaltung der Erde durch Wärmeausstrahlung ist am Tage kaum merklich, wird aber nach dem Untergange der Sonne auffallender; da die Menge der in gleichen Zeiträumen ausgestrahlten Wärme von der Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeren Körper und der Umgebung abhängt, so muß die

---

5) Mém. de l'Instit. 1824. p. 580.
6) Bibl. univ. XLVIII, 367.

Strahlung bei Tage lebhafter vor sich gehen, als in der Nacht, sie tritt jedoch nur in dieser deutlicher in die Augen. Nach dem Untergange der Sonne fehlt bei heiterem Himmel und trockener Luft die thätigste Wärmequelle; die Wärme strahlt von der äußeren Erdrinde fort und wird zum Theil aus dem Innern ersetzt, wobei nothwendig die Temperatur der Rinde sinken muß. Die schönen Versuche von Wells über die Thaubildung haben gezeigt, daß bei dieser nächtlichen Erkaltung genau dieselben Gesetze Statt finden, welche sonst bei der Wärmestrahlung beobachtet worden sind. Es werden nämlich diejenigen Körper am meisten erkalten, welche zugleich das größte Strahlungsvermögen und die geringste Leitungsfähigkeit der Wärme besitzen.

Wenn auch die Beschaffenheit des Bodens allenthalben dieselbe wäre, so würden sich doch sehr bedeutende von der Verschiedenheit im Zustande der Atmosphäre abhängige Differenzen in der Größe dieser Erkaltung zeigen. Wäre die Luft entweder nicht vorhanden, oder doch unendlich dünner, so würde die Erkaltung der Rinde in der Nacht sowohl, als ihre Erwärmung am Tage weit bedeutender seyn. Die schönen Untersuchungen von Dulong und Petit [7]) zeigen, daß die Wärmestrahlung im luftleeren Raume weit schneller erfolgt, als in irgend einem Gase, und aus den Versuchen von de la Roche und Bérard geht hervor, daß manche Körper leuchtende Wärme mit Leichtigkeit durch sich hindurchlassen, während dunkle Strahlen ganz von ihnen verschluckt werden [8]). Wenn die Wärmestrahlen durch einen Körper gehen, so kann es geschehen, daß sie entferntere Gegenstände sehr bedeutend erwärmen, während die Temperatur von jenem unverändert bleibt. Nach einer Erfahrung von Muncke [9]) drangen die wärmeerzeugenden Lichtstrahlen eines starken Feuers in einer Entfernung von 130 Fuß durch gefrorne Fensterscheiben, und bewirkten hinter denselben eine merkliche Erwärmung, ohne das Eis der Fensterscheiben bei — 5° im mindesten zu schmelzen, und Scoresby erwähnt, daß seine Matrosen mit wahrem Wohlbehagen eine Pfeife geraucht hätten, die sie vermittelst einer

---

7) Ann. de chimie VII, 225.
8) Journal de physique LXXVII, 201.
9) Muncke Naturlehre I, 703.

mit dem der Sonne nur unbedeutend seyn. Wenn demnach auch die Wärme des Weltraumes sehr klein ist, so ist es doch wenig wahrscheinlich, daß er absolut kalt sey. Fourier hat besonders auf diesen Umstand aufmerksam gemacht [5]. Er glaubt, daß die Wärme des Weltraumes oder wenigstens der Gegend, durch welche sich die Erde bewegt, nahe gleich der mittleren Temperatur der Pole sey, und er bestimme diese zu — 50° C, eine Größe, zu welcher auch Svanberg durch eine Reihe anderer Betrachtungen gelangt ist [6]. Ob aber diese Größe richtig sey oder nicht, läßt sich beim jetzigen Zustande unserer Kenntnisse über die Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche nicht bestimmen; der in der Folge näher zu betrachtende Einfluß der Luftströmungen auf die Temperatur macht es jedoch wahrscheinlich, daß die Wärme des Poles noch bedeutend höher sey, als die des Weltraumes. Indem Luftmassen aus niederen Breiten dahin gelangen, so wird die Wärme jener Gegenden ebenfalls erhöht; ja wollten wir die beiden gedachten Temperaturen gleich annehmen, so würde daraus folgen, daß an den Polen keine Abnahme der Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche vorhanden wäre, was durch die Erfahrungen in allen übrigen Gegenden wenig wahrscheinlich wird.

Auf eine völlig ähnliche Art strahlt aber auch die Erde in jedem Momente die Wärme aus, welche sie von der Sonne und den übrigen Himmelskörpern erhalten hat. Während des Tages giebt die Erde einen Theil der von der Sonne empfangenen Wärme an den kalten Himmelsraum ab, während ein anderer ins Innere der Rinde hineindringt. Die beobachtete Temperaturerhöhung vom Morgen bis zum Mittage zeigt, daß die Menge der von der Sonne kommenden Wärmestrahlen größer ist, als die Menge derjenigen, die als dunkle Wärme in den Himmelsraum zurückkehren. Diese Erkaltung der Erde durch Wärmeausstrahlung ist am Tage kaum merklich, wird aber nach dem Untergange der Sonne auffallender; da die Menge der in gleichen Zeiträumen ausgestrahlten Wärme von der Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeren Körper und der Umgebung abhängt, so muß die

5) Mém. de l'Instit. 1824. p. 580.
6) Bibl. univ. XLVIII, 367.

Strahlung bei Tage lebhafter vor sich gehen, als in der Nacht, sie tritt jedoch nur in dieser deutlicher in die Augen. Nach dem Untergange der Sonne fehlt bei heiterem Himmel und trockener Luft die thätigste Wärmequelle; die Wärme strahlt von der äußeren Erdrinde fort und wird zum Theil aus dem Innern ersetzt, wobei nothwendig die Temperatur der Rinde sinken muß. Die schönen Versuche von Wells über die Thaubildung haben gezeigt, daß bei dieser nächtlichen Erkaltung genau dieselben Gesetze Statt finden, welche sonst bei der Wärmestrahlung beobachtet worden sind. Es werden nämlich diejenigen Körper am meisten erkalten, welche zugleich das größte Strahlungsvermögen und die geringste Leitungsfähigkeit der Wärme besitzen.

Wenn auch die Beschaffenheit des Bodens allenthalben dieselbe wäre, so würden sich doch sehr bedeutende von der Verschiedenheit im Zustande der Atmosphäre abhängige Differenzen in der Größe dieser Erkaltung zeigen. Wäre die Luft entweder nicht vorhanden, oder doch unendlich dünner, so würde die Erkaltung der Rinde in der Nacht sowohl, als ihre Erwärmung am Tage weit bedeutender seyn. Die schönen Untersuchungen von Dulong und Petit [7]) zeigen, daß die Wärmestrahlung im luftleeren Raume weit schneller erfolgt, als in irgend einem Gase, und aus den Versuchen von de la Roche und Bérard geht hervor, daß manche Körper leuchtende Wärme mit Leichtigkeit durch sich hindurchlassen, während dunkle Strahlen ganz von ihnen verschluckt werden [8]). Wenn die Wärmestrahlen durch einen Körper gehen, so kann es geschehen, daß sie entferntere Gegenstände sehr bedeutend erwärmen, während die Temperatur von jenem unverändert bleibt. Nach einer Erfahrung von Muncke [9]) drangen die wärmeerzeugenden Lichtstrahlen eines starken Feuers in einer Entfernung von 130 Fuß durch gefrorne Fensterscheiben, und bewirkten hinter denselben eine merkliche Erwärmung, ohne das Eis der Fensterscheiben bei — 5° im mindesten zu schmelzen, und Scoresby erwähnt, daß seine Matrosen mit wahrem Wohlbehagen eine Pfeife geraucht hätten, die sie vermittelst einer

7) Ann. de chimie VII, 225.
8) Journal de physique LXXVII, 201.
9) Muncke Naturlehre I, 703.

aus Eis verfertigten Linse anzündeten [10]). Das Vermögen der Luft, leuchtende und dunkle Wärmestrahlen durch sich hindurch zulassen, hängt von dem ungleichen Gehalte an Dampfbläschen ab, und wir werden sogleich mehrere Phänomene erwähnen, welche dieses bestätigen. Wenn es auch bisher noch ganz an Vorarbeiten fehlt, um die Schwächung der Wärmestrahlen bei verschiedenen Zuständen der Atmosphäre zu bestimmen, so ist doch soviel gewiß, daß die Luft einer von denjenigen Körpern ist, durch welche die selbst dunkeln Wärmestrahlen am leichtesten hindurchgehen, ohne daß sie selber erwärmt wird, weil es ja sonst unmöglich seyn würde, daß wir die Erscheinungen der strahlenden Wärme beobachten könnten.

Hiernach scheint mir die Ableitung der Erkaltung der Erde am Boden bei der Thaubildung während der Nacht gar keine Schwierigkeit zu haben. Muncke, welcher diese Hypothese bestreitet, findet besonders darin einen Einwurf, daß die Luft in einiger Entfernung über dem Boden wärmer ist, als dieser, da man doch das Gegentheil erwarten sollte [11]). Wenn aber der Boden ein vielfach größeres Strahlungsvermögen besitzt, als die Luft, so wird er stärker erkalten, als diese; die unteren Luftmassen lassen diese Strahlen zum großen Theil durch sich hindurch, ohne dadurch erwärmt zu werden; sie selbst strahlen zwar gegen den Boden sowohl als gegen den Himmelsraum Wärme aus, aber nach der bekannten Relation zwischen dem Strahlungs- und Absorptions-Vermögen ist die dadurch bewirkte Erkaltung sehr unbedeutend. Wenn dagegen in der Luft viele Dunstbläschen existiren, so können nur wenige Strahlen hindurchgehen, die Bläschen werden erwärmt, geben aber sogleich nachher dem Boden zurück, was sie von ihm erhielten, und die Strahlung scheint daher aufgehört zu haben, wie dieses die Erfahrungen von Wells und Wilson über den Einfluß von Wolken auf die Bildung von Thau und Reif bestätigen.

Die Thatsachen, welche die Physiker über strahlende Wärme gesammelt haben, und welche in den meisten Lehrbüchern der

---

10) Scoresby Account of the arctic regions I, 232 in Reise auf dem Wallfischfang S. 85. Anm.

11) Muncke Naturlehre I, 705.

Physik mehr oder weniger ausführlich erörtert sind, können so wenig bezweifelt werden, daß eine jede Hypothese, welche über das Wesen des Wärmeprincips aufgestellt wird, diese nicht unbeachtet lassen darf. Nehmen wir an, daß die Wärme durch Undulationen eines Aethers erzeugt werde, so ist der Ausdruck Wärmestrahl und Wärmestrahlung nur noch mit einer ähnlichen Einschränkung erlaubt, als Fresnel unter dem Ausdrucke Lichtstrahl die gerade Linie zwischen dem leuchtenden und erleuchteten Objecte, oder mit andern Worten den Halbmesser der Lichtwelle, versteht [12]). Wenn dann die Undulationen des Aethers die Körper erreichen, so wird der in diesen befindliche Aether in Schwingungen von vielleicht größerer Länge versetzt, die Körper werden dadurch erwärmt, aber eben diese Wärmeschwingungen wirken auf den Aether im Weltraume zurück. Wie aber der Vorgang eigentlich beschaffen sey, ist bisher noch nicht gehörig untersucht, wenigstens haben die Vertheidiger dieser Ansicht noch keine strenge Vergleichung der beobachteten Größen mit der Theorie vorgenommen; die Erklärung der Phänomene ist hier nicht so leicht, wie bei der Annahme eines Wärmestoffes, denn man sich nach Belieben schafft und qualificirt; man muß mittelst Rechnung alles aus der Natur der vibrirenden Bewegung ableiten [13]). Daß das vorhin über Wärmestrahlung Gesagte selbst diesem Systeme zufolge ganz richtig sey, das zeigen uns die Phosphoren am besten. Indem die Sonnenstrahlen die Oberfläche der Leuchtsteine berühren, wird der in diesen befindliche Aether in Schwingungen gesetzt, eben so wie die Erde unserer Hypothese zufolge während des Tages Wärme ausstrahlt, so strahlt der Leuchtstein auch dann Licht aus, wenn er noch von der Sonne beschienen wird; dieses Ausstrahlungsvermögen wird jedoch nur im Finstern bemerklich, wo keine andere Lichtquelle vorhanden ist. Wären unsere Augen hinreichend empfindlich, oder besäßen wir Photometer, welche eben so genau sind, als dieses bei den Thermometern der Fall ist, so würden wir wahrscheinlich bei den Phosphoren genau dieselben Gesetze finden, als bei der Erkaltung durch Strahlung; es würde der Verlust an Licht desto

12) Mém. de l'Acad. des Sc. 1821 et 22. p. 383.

13) Baumgartner Naturlehre S. 456.

schneller erfolgen, je größer die Erleuchtungsdifferenz zwischen den Körpern und der Umgebung ist, und die Theorie zeigt, daß dieses Statt finden muß, mögen wir Licht und Wärme nach dem Emanations- oder nach dem Undulations-Systeme erklären.

Ohne bei diesen in die theoretische Physik gehörigen Betrachtungen länger zu verweilen, will ich die wirklich beobachteten Erscheinungen der Wärme auf der Erdoberfläche näher untersuchen. Indem die Sonnenstrahlen den Boden berühren, wird ein Theil von ihnen verschluckt, ein anderer gegen den Weltraum reflectirt. Die Oberfläche des Bodens wird dadurch erwärmt, ein Theil dieser Wärme wird durch Strahlung die Temperatur der Luft erhöhen, ein anderer durch Leitung in die Tiefe dringen. Da die Menge der von der Sonne kommenden Strahlen und mithin die Größe der Erwärmung selbst bei einerlei Pol- und Sonnenhöhe von der Beschaffenheit des Himmels abhängt, so wollen wir der Luft allenthalben gleiche Durchsichtigkeit geben. Aber selbst in diesem Falle finden wir, daß die Verhältnisse zwischen der Menge der als Licht reflectirten, der als Wärme vom Boden ausstrahlenden und der durch Leitung in die Tiefe dringenden Strahlen nicht allenthalben gleich seyn können, die Angaben des Thermometers an der Oberfläche des Bodens sowohl im Laufe des Tages als des Jahres nicht allenthalben dieselben seyn werden. Farbe und Beschaffenheit des Bodens, Strahlungsvermögen, Leitbarkeit und Wärmecapacität haben hierauf einen so bedeutenden Einfluß, daß es kaum möglich wird, hierüber etwas Allgemeines zu sagen. So erzählt Humboldt, am Orinocco habe bei einer Lufttemperatur von 30° ein granitischer, grobkörniger und beweglicher Sand um 2 Uhr eine Wärme von 60°,3 gehabt; ein eben solcher weißer, dichterer und feinkörniger Sand 52°,5; der Granitfelsen 47°,6. Eine Stunde nach dem Sonnenuntergange hatte der grobkörnige Sand eine Temperatur von 32°, der Felsen 38,8 [14]). Es folgt schon aus diesen wenigen Messungen, welche sich leicht durch mehrere ähnliche vermehren ließen, daß die Oscillationen der Wärme in der obersten Schicht der Erdrinde dort größer werden, wo der Boden das beste Strah-

14) Humboldt Voyage VII, 203.

tungsvermögen besitzt; je schlechter dieser leitet, desto geringer werden die Oscillationen in einiger Tiefe.

Da die Gesetze der durch Wärmeleitung in einem Körper erzeugten Temperaturänderungen ziemlich bekannt sind, so scheint nur die Kenntniß der Wärmecapacität und Leitung des Bodens erforderlich, um die Aenderungen der Wärme in einiger Tiefe anzugeben; wenige im Laufe des Jahres angestellte Messungen der Wärme irgend eines Punktes in der Tiefe genügen, um die Constanten des zugehörigen Ausdruckes zu bestimmen. Eine allgemeine Auflösung dieses Problemes hat Fourier versucht[15]; da es jedoch mehr Zweck des vorliegenden Werkes ist, die Resultate der Beobachtungen mitzutheilen, so übergehe ich die von Fourier angestellten Betrachtungen um so mehr, da er blos auf die durch directe Einwirkung der Sonnenstrahlen bewirkte Temperaturveränderung Rücksicht nimmt und also zu dem Resultate gelangt, daß die Wärme der Erdrinde gleich der mittleren der Luft sey, was jedoch, wie wir in der Folge sehen werden, nicht allenthalben der Fall ist.

Betrachten wir das Problem der Erwärmung der Atmosphäre durch die Sonne in seiner größten Allgemeinheit, so sollte sich die Wärme regelmäßig vom Minimo bis zum Maximo und von diesem bis zu jenem ändern. Die im zweiten Abschnitte entwickelten Ausdrücke (Bd. I. S. 123) zeigen, daß dieses auch beim Mittel mehrjähriger Beobachtungen der Fall sey; aber in einzelnen Jahren ist die Curve der jährlichen Wärmeänderungen sehr unregelmäßig. Zwei Umstände tragen besonders zur Erzeugung dieser Anomalieen bei, die Hydrometeore und die Winde. Ich will einige der wichtigsten ihren Einfluß betreffenden Umstände näher untersuchen.

Die Einwirkung der Hydrometeore und des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre tritt besonders bei Untersuchung der Wärmeänderungen im Laufe des Tages deutlich in die Augen. Ist die Luft sehr trocken und wird ihre Durchsichtigkeit nur durch wenige niedergeschlagene Bläschen getrübt, so vermögen Licht und Wärme mit Leichtigkeit durch sie hindurchzustrahlen, die Erwärmung am Tage und die Erkaltung in der Nacht sind sehr bedeutend. Schon

---

15) Mém. de l'Acad. des Sciences 1821—22, p. 153 sqq.

de Luc[16]) und später Daniell[17]) machten auf den Umstand aufmerksam, daß der Unterschied zwischen den täglichen Temperaturextremen desto geringer würde, je feuchter die Luft wäre; in der Folge zeigte Anderson[18]), daß die kleinste in der Nacht beobachtete Temperatur sehr nahe mit dem am Abende gefundenen Thaupunkte zusammenfiele, was auch August durch einige Beobachtungen in Berlin bestätigt fand[19]). Wenn nämlich die Erde in der Nacht durch die Strahlung erkaltet, so wird dieser Wärmeverlust zum Theil durch die latente Wärme des niedergeschlagenen Dampfes ersetzt und das Thermometer sinkt daher desto weniger, je größer die Menge des condensirten Dampfes ist. Anderson führt die Resultate der Messungen an, welche Gordon im Jahr 1815 zu Kinfauns-Castle anstellte, und diese bestätigen allerdings seinen Satz, wie folgende Tafel zeigt:

Monat	kleinste Temperatur	Thaupunkt	Unterschied
Januar	— 1°,9	— 1°,6	+ 0°,3
Februar	2,1	2,7	+ 0,6
März	1,6	1,0	— 0,6
April	2,7	1,1	— 1,6
Mai	7,5	6,8	— 0,7
Junius	9,4	8,6	— 0,8
Julius	10,2	9,8	— 0,4
August	10,5	10,0	— 0,5
September	8,3	8,2	— 0,1
October	5,9	6,1	+ 0,2
November	— 0,3	0,3	+ 0,6
December	— 2,3	— 2,3	0

Hieraus ergiebt sich auch ein Phänomen, auf welches bereits im zweiten Abschnitte aufmerksam gemacht wurde, nämlich der ungleiche Unterschied zwischen den täglichen Temperaturextremen in verschiedenen Jahreszeiten. In höheren und mittleren Breiten

---

16) Modific. de l'atm. §. 698. T. III. p. 254.
17) Daniell Meteor. Ess. p. 268.
18) Jameson's Edinb. Phil. Journ. XXI, 161.
Poggendorff's Annalen V, 340.

ist dieselbe im Winter bedeutend kleiner als im Sommer, wie folgende Tafel zeigt:

Monat	London [20]	Paris [21]	Genf [22]	St. Bernhard [23]	Avignon [24]	Palermo [25]
Januar	4°,9	4°,0	4°,0	4°,9	4°,6	5°,2
Februar	6,1	5,4	6,0	5,8	4,5	6,1
März	7,1	6,9	7,8	6,9	5,5	7,1
April	8,8	9,4	9,4	7,7	6,5	6,2
Mai	9,7	9,4	9,7	8,2	8,2	8,0
Junius	10,4	9,8	9,6	6,9	10,6	8,1
Julius	9,8	9,6	9,5	5,6	10,6	8,2
August	9,6	9,5	9,6	5,8	9,3	7,9
September	9,4	9,8	8,7	4,9	8,1	7,5
October	7,5	7,3	6,5	4,1	6,6	7,0
November	5,9	4,8	5,2	4,2	4,5	5,9
December	4,9	3,9	4,1	3,7	3,8	5,0

Hinreichend deutlich zeigt diese Tafel die allmählige Zunahme dieser Differenz vom Winter bis zum Sommer; die gegebenen Größen lassen sich sehr nahe durch folgende Formeln ausdrücken, in denen D_n die dem nten Monate entsprechende Differenz zwischen den täglichen Extremen bezeichnet, das Jahr vom 1sten Januar an gerechnet:

London: $$D_n = 7°,848 + 2,688 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\, 30° + 267° 41'\right\} + 0,420 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\, 60° + 267° 35'\right\}$$
mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon''(D_n) = 0°,149$.

20) Beobachtungen von Howard bei Schouw Klimatologie I, 130.

21) 10jähr. Beob. (1816—25) aus den Annales de Chimie.

22) 18jähr. Beob., 10 J. bei Schouw (Pflanzengeogr. S. 62) und 5jähr. Beob. (1819—23) aus der Bibl. univ. beim Sonnenaufgang und um 2 Uhr beob.; endlich 3jähr. Beob. (1826—28) mit einem Thermometrographen beobachtet.

23) 8jähr. Beob. (1819—23, 26—28) aus der Bibl. univ.

24) 5jähr. Beob. aus Guérin Déscription de la fontaine de Vaucluse 12. Avignon 1813. p. 266 bei Schouw Klimatologie l. l.

25) 5jähr. Beob. von Marabitti bei Schouw l. l.

Paris: $D_n = 7^0{,}480 + 3{,}094 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,30^0 + 269^0\,2'\}$
$+ 0{,}892 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,60^0 + 277^0\,9'\}$
mit dem wahrsch. Fehler $\varepsilon''\,(D_n) = 0^0{,}226$.

Genf: $D_n = 7^0{,}514 + 2{,}920 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,30^0 + 278^0\,42'\}$
$+ 0{,}757 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,60^0 + 281^0\,33'\}$
$\varepsilon''\,(D_n) = 0^0{,}128$.

St. Bernhard: $D_n = 6^0{,}727 + 1{,}864 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,30^0 + 321^0\,25'\}$
$+ 0{,}379 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,60^0 + 247^0\,39'\}$
$\varepsilon''\,(D_n) = 0^0{,}195$.

Avignon: $D_n = 6^0{,}904 + 3{,}224 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,30^0 + 260^0\,42'\}$
$+ 0{,}500 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,60^0 + 55^0\,52'\}$
$\varepsilon''\,(D_n) = 0^0{,}235$.

Palermo: $D_n = 6^0{,}850 + 1{,}433 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,30^0 + 263^0\,51'\}$
$+ 0{,}245 \sin\{(n+\frac{1}{2})\,60^0 + 310^0\,9'\}$
$\varepsilon''\,(D_n) = 0^0{,}251$.

Mit Ausnahme des Ausdruckes für die auf dem St. Bernhard gefundenen Differenzen zeigt namentlich das erste Glied an den meisten Orten eine große Uebereinstimmung; wenn diese im Allgemeinen nicht so groß ist, als die, welche wir bei Entwickelung des Ausdruckes für den Gang der Temperatur im Laufe des Jahres fanden (Bd. I. S. 123), so liegt der Grund hauptsächlich darin, daß wir hier nur von wenigen Orten hinreichend lange fortgesetzte Messungen benutzen konnten. Der Tag, an welchem der Unterschied zwischen den täglichen Extremen am größten wird, ist in

London		2 Julius
Paris		29 Julius
Genf	etwa	1 Junius
St. Bernhard		28 April
Avignon		12 Julius
Palermo		27 Julius

London, Paris, Avignon und Palermo zeigen eine Uebereinstimmung, welche geringer ist, als die Bestimmung des heißesten

Tages uns zeigte; nehmen wir das Mittel dieser Größen, so würde der 17te Julius etwa der Tag seyn, an welchem der Unterschied zwischen den täglichen Extremen sein Maximum erreicht. Ob die Anomalie in Genf in der Natur begründet ist, oder ob sich die unregelmäßigen Schwankungen noch nicht compensirt haben, läßt sich um so weniger bestimmen, da diese Größe fast 5 Monate (April bis August) ihren Werth nicht ändert.

Für den Tag, an welchem die tägliche Differenz am kleinsten ist, erhalten wir folgende Größen:

London	1 Januar
Paris	29 December
Genf	23 December
St. Bernhard	1 December
Avignon	1 Januar
Palermo	25 December

Hier ist die Uebereinstimmung größer; schließen wir den St. Bernhard aus, so erhalten wir als Mittel den 28sten December. Für den wärmsten und kältesten Tag des Jahres fanden wir den 26 Julius und 14 Januar [26]; ersterer stimmt nahe mit der für vorliegendes Phänomen gefundenen Größe überein, indem der Unterschied von 9 Tagen kaum Beachtung verdient. Bedeutender dagegen ist die Differenz beim Minimo; der Tag, an welchem der Unterschied zwischen den täglichen Extremen am kleinsten ist, stimmt weit mehr mit demjenigen überein, an welchem der relative Feuchtigkeitszustand sein Maximum erreicht, welcher dem Obigen zufolge [27]) in die letzte Hälfte des Decembers fällt.

Als die Ursache dieser ungleichen Differenz zwischen den täglichen Extremen sieht Schouw [28]) nur die ungleiche Dauer der Tage an, und eben dieses scheint auch die Ansicht von Wahlenberg zu seyn [29]). Es rührt nämlich der größere Unterschied zwischen den Extremen in den wärmeren Monaten vorzüglich da-

26) Bd. I. S. 127.
27) Bd. I. S. 337.
28) Schouw Pflanzengeographie S. 69. Klimatologie I, 1[illegible] u. 196.
29) Wahlenberg de Veget. et clim. in Helvetia septentr. p. LXVIII.

ein, weil die Sonne alsdann länger einwirkt und deshalb zu einer größeren Erwärmung der Atmosphäre Veranlassung giebt. Zwar scheint es, als ob aus eben diesem Grunde die länger dauernde Erkaltung während der Nacht in den Wintermonaten auch größer werden, der Unterschied also das ganze Jahr gleich bleiben müßte; da jedoch den Beobachtungen zu Padua und Leith zufolge die Atmosphäre während der Nacht nur langsam erkaltet, so meint Schouw, daß diese nächtliche Erkaltung im Winter nicht sehr bedeutend werden könne, und daher der geringe Unterschied zu dieser Zeit. Wenn wir jedoch der Luft im Winter und im Sommer gleiche Durchsichtigkeit und relative Feuchtigkeit geben, so kann dieser Unterschied im Winter nicht sowohl wegen der kürzeren Dauer der Tage als vielmehr wegen der geringeren Höhe der Sonne nicht so bedeutend seyn, als im Sommer. Das Gesetz der nächtlichen Erkaltung würde bei dem gedachten Zustande der Atmosphäre in beiden Jahreszeiten genau dasselbe seyn, aber die im Sommer höher stehende Sonne kann den Boden und damit die Luft weit stärker erwärmen, als im Winter.

Würde also dieser Unterschied im Winter schon bei demselben Zustande der Atmosphäre kleiner seyn, als im Sommer, so wird diese Differenz beider Jahreszeiten noch mehr durch den verschiedenen Feuchtigkeitszustand der Luft vergrößert. Im Winter, wo die Atmosphäre relativ feuchter ist, liegt der Thaupunkt näher an der mittleren Temperatur, das Minimum also nicht so tief; wird der Wasserdampf niedergeschlagen, so wird theils die latente Wärme frei, theils die Strahlung der Wärme verhindert [30]). Außer den bei der Thaubildung erwähnten Erfahrungen von Wells und Wilson wird dieses durch die Erfahrungen von Daniell bestätigt. Wurde ein Hohlspiegel, in dessen Focus ein Thermometer hing, gegen den Himmel gerichtet, so stand letzteres in heiteren Nächten bedeutend niedriger, als ein daneben in freier Luft hängendes; in trüben Nächten war die Differenz geringer, oder verschwand wohl ganz [31]).

30) Wargentin in Schwed. Abh. für 1757. Bd. XIX, 1661.

31) Daniell Essays p. 242. Ob die Anomalie auf dem St. Bernhard ihren Grund in den Localverhältnissen habe, wage ich nicht zu bestimmen.

Aus dieser Einwirkung des Dampfes auf den Gang der Temperatur scheint sich auch ein anderes Phänomen zu ergeben. Hinge nämlich die Erwärmung nur von der directen Einwirkung der Sonnenstrahlen ab, so müßte die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere des Tages, im jährlichen Durchschnitte gleich der seyn, während welcher sie kleiner ist, jede also 12 Stunden betragen. Aber Orte am Meere erhalten von diesem einen großen Theil Dämpfe, diese verhindern besonders die nächtliche Erkaltung, die Wärmecurve biegt sich sehr wenig, die Temperatur ist daher längere Zeit unter dem Mittel, als über demselben, und zwar desto mehr, je näher der Ort am Meere liegt, wie uns dieses eine Vergleichung zwischen Padua und Leith zeigt. Da die Erde im Winter mehr Wärme durch Strahlung während der Nacht verliert, als sie am Tage von der Sonne erhält, so muß in dieser Zeit die nächtliche Erkaltung schon in einer trockenen Atmosphäre länger dauern, als die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere; aber in dieser Jahreszeit wird auch durch den Dampf und die Entfernung vom Meere ein sehr bedeutender Unterschied in dieser Dauer bedingt, wie dieses die erwähnten Erfahrungen in Padua und Leith zeigen. Um jedoch zu entscheiden, ob diese Hypothese richtig sey oder nicht, sind Messungen von weit mehr Orten erforderlich, als hier benutzt werden konnten.

Nachdem wir den Einfluß der Hydrometeore auf die täglichen Oscillationen des Thermometers untersucht haben, wenden wir uns zu ihrer Einwirkung auf die mittlere tägliche Wärme. Eine einfache Betrachtung zeigt uns schon, daß diese nicht das ganze Jahr gleich seyn könne. Im Winter, wo die durch Strahlung verlorne Wärme größer ist, als die von der Sonne erhaltene, werden Wolken und Nebel einerseits die Strahlung verhindern, andererseits durch ihre frei gewordene Wärme zur Erhöhung der Temperatur beitragen. Daher sind bewölkte Wintertage nicht so kalt, als heitere [59]; auf den Polarmeeren gefriert das Meerwasser kaum bei Temperaturen über —1°,7, wenn der Himmel bewölkt ist, während dieses bei heiterem Himmel bei Thermometerständen geschieht, die mehrere Grade über dem Ge-

59) de Luc Idées II, 107.

frierpunkte des Seewassers liegen [60]. Das Gegentheil erfolgt im Sommer, wo die Erde am Tage mehr Wärme von der Sonne erhält, als sie in der Nacht durch Strahlung verliert; und trübe Sommertage sind daher kälter als heitere. Schon Scheuchzer machte auf diesen im Speciellen häufig beobachteten, aber im Großen nicht weiter verfolgten Gegenstand aufmerksam [61] und Hutton behauptete, daß, wenn die Temperatur der heiteren Atmosphäre größer sey, als im Durchschnitte in dieser Jahreszeit der Fall zu seyn pflege, so erzeuge eine Bewölkung des Himmels eine Depression der Temperatur; sey aber die Temperatur bei heiterem Himmel geringer als die mittlere, so erfolge mit der Bewölkung eine Erhöhung der Wärme [62].

Um diesen Umstand näher kennen zu lernen, habe ich aus neunjährigen Beobachtungen zu Ofen diejenigen Tage ausgewählt, an denen der Himmel ganz heiter oder ganz bewölkt war, und die mittlere Temperatur jeder Gruppe einzeln aufgesucht. Darnach ergeben sich folgende Größen:

Monat	Heiter	Bewölkt	Unterschied
Januar	— 3°,58	— 0°,86	+ 2°,72
Februar	— 2,45	0,80	+ 3,25
März	3,09	3,61	+ 0,52
April	10,73	9,11	— 1,62
Mai	19,01	15,01	— 4,00
Junius	21,73	18,70	— 3,03
Julius	23,09	20,55	— 2,54
August	22,41	19,65	— 2,76
September	17,65	15,59	— 2,06
October	10,09	9,91	— 0,18
November	3,17	4,19	+ 1,02
December	— 0,85	0,41	+ 1,26

Diese Depression der Temperatur bei trübem Wetter im Sommer ist auch Ursache der großen Kälte, welche im Sommer auf fast

60) Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 299 u. 249.
61) Scheuchzer Naturgeschichte des Schweizerlandes I, 8.
62) Edinb. Trans. I, 84.

jeden Regen folgt [63]), indem das aus den obern Schichten der Atmosphäre herabgefallene Wasser und die darauf folgende Verdunstung mit zu dieser Erkaltung beitragen. So bemerkte de Luc in Genf am 21sten August 1764, daß das Thermometer nach einem Regen auf 10° stand, während er vor demselben eine Wärme von 27°,5 beobachtet hatte [64]). Es scheint übrigens, als ob dieser Unterschied zwischen der Temperatur bewölkter und heiterer Tage desto größer werde, je weiter wir uns von den Küsten entfernen; in Sibirien wenigstens ist die Strahlung der Wärme und die Einwirkung der directen Sonnenstrahlen im Winter so groß, daß der Schnee auf den Dächern bei Temperaturen von — 25° bis — 38° (— 20° bis — 30° R) von der Sonne geschmolzen wird [65]); es fehlt jedoch ganz an Beobachtungen, um diese Vermuthung zu verificiren.

Die Abhängigkeit der mittleren Temperatur von den Hydrometeoren zeigt sich besonders auffallend zwischen den Wendekreisen. Schon früher wurde erwähnt, daß der Gang der jährlichen Wärme hier sehr von dem in höheren Breiten abweiche [66]), und folgende Tafel zeigt dieses ganz deutlich:

Monat	Calcutta	Seringapatam	Konka	Havanna
Januar	19°,3	24°,9	24°,3	21°,3
Februar	23,8	27,1	....	22,9
März	26,7	29,0	31,6	23,8
April	29,3	29,4	33,5	25,1
Mai	30,0	26,0	32,8	26,6
Junius	28,4	24,9	32,0	28,7
Julius	28,4	23,2	28,7	28,5
August	28,3	24,8	26,9	28,4
September	28,2	25,1	28,5	27,6
October	28,2	23,4	29,6	26,6
November	24,3	22,4	26,5	23,6
December	20,3	22,9	21,4	22,0
Jahr	26,3	25,2	28,7	25,5

63) Wahlenberg Flor. Carp. p. XCIX.

64) de Luc Modif. de l'atm. §. 720. T. III. p. 273 Anm.

65) Hansteen in Bibl. univ. XLII, 261.

66) Bd. I. S. 117.

nördlicher; der Gang dieses Phänomens ist also dem in höheren Breiten gerade entgegengesetzt, und nur Trinconomalee macht eine Ausnahme. Hätten wir an den einzelnen Orten vieljährige Aufzeichnungen, so würde diese Differenz sich vom October bis zum April wahrscheinlich wenig ändern; nun aber beginnt die nasse Jahreszeit, die Bewölkung am Nachmittage verhindert die Zunahme der Temperatur eben so sehr, als der Wasserdampf in der Luft die Erkaltung in der Nacht verhindert, und daher ist die Differenz durchgängig in der nassen Jahreszeit geringer. Wie einflußreich letztere sey, zeigen die beiden Orte auf Ceylon sehr auffallend; an der Westküste regnet es bei nördlicher (SW.-Mousson), an der Ostküste bei südlicher Declination der Sonne (NO.-Mousson), daher tritt das Minimum dort im Julius, hier im Januar ein.

Da den Erfahrungen von Pictet und Six zufolge [39]) die Höhe des Thermometers über dem Boden wegen der Strahlung von diesem einen Einfluß auf die Größe der täglichen Differenz hat, so sind wir bis jetzt noch nicht im Stande, letztere in verschiedenen Klimaten mit einander zu vergleichen; einerseits ist die Höhe der Instrumente ungleich, andrerseits ist die Zahl vorhandener Beobachtungen noch nicht groß genug, um viele Orte in kleinen Districten zusammenzustellen und das Mittel dieser Messungen zu nehmen. Die gleichzeitigen Beobachtungen zu Genf und auf dem St. Bernhard zeigen uns, daß die Oscillationen in bedeutender Höhe über der Oberfläche des Meeres geringer sind, was auch schon Saussure [40]), Zach [41]), Muncke [42]) und andere Physiker behauptet hatten. Dagegen fehlt es ganz an genügenden Beobachtungen, um diese Differenz im Innern des Landes und an der Küste des Weltmeeres zu vergleichen. Zwar giebt Wahlenberg [43]) den mittleren, höchsten und niedrigsten Stand des Thermometers zu Ofen, es scheint jedoch, daß er von den drei Beobachtungen am Tage (19^h, 2^h und 9^h) nur die größte und niedrigste genommen habe, wodurch man offenbar ein viel

39) Bd. I. S. 56.
40) Saussure Reisen §. 935. Voyages §. 2050.
41) Monatl. Corresp. XXI, 119.
42) Gehler's phys. Wörterb. III, 1012.
43) Wahlenberg Flora Carpat. p. XC.

viel zu kleines Resultat erhält. Wenn wir aber das Ganze der Erscheinungen in mittleren Breiten auffassen, so scheint es, als ob diese Differenz desto bedeutender werde, je weiter wir uns von der Küste entfernen. Dieses beweisen auch zweijährige Aufzeichnungen von Eversmann zu Slatoust in Rußland [44]); denn obgleich das Thermometer nur um die Zeit des Sonnenaufganges und um 2 Uhr aufgezeichnet wurde, ist die Differenz eben so groß, als an irgend einem Orte des westlichen Europa, wo Thermometrographen bei dieser Untersuchung benutzt wurden [45]); auch der große Wechsel der Temperatur im Laufe eines Tages, über welchen man sich in Ungarn beklagt, beweist dieses zur Genüge [46]). Ganz dasselbe zeigen die Orte zwischen den Wendekreisen. Auf der kleinen Insel Ceylon ist diese Differenz geringer als in Calcutta, und hier an der Küste des Meeres geringer als zu Seringapatam auf dem Plateau Hindostans oder zu Kouka und Cobbé im Innern Africa's.

Die Ursache dieser Einwirkung des Meeres liegt darin, daß die zur Dampfbildung erforderliche latente Wärme am Tage das Steigen, die beim Niederschlage frei gewordene Wärme in der Nacht die Depression der Wärme verhindert. Ist diese Einwirkung schon an der Küste so auffallend, so wird sie noch weit auffallender auf dem hohen Meere, namentlich zwischen den Wendekreisen. So fand Humboldt auf dem Wege von Europa nach Cumana, daß die größten Aenderungen im Laufe des Tages selten die Größe von 1°,5 bis 2° übersteigen [47]). Eben diese geringe Oscillation, namentlich zwischen den Wendekreisen, wurde späterhin durch die Erfahrungen von Péron [48]), Horner und Langsdorf [49]), Lamarche [50]) und anderen Reisenden bestätigt. Vorzüglich achtete Simonoff während der Expedition

44) Poggendorff's Annalen XV, 169.

45) Vgl. Bd. I. S. 87.

46) Wahlenberg Flor. Carpat. p. XCII u. XCIX.

47) Humboldt Voyage II, 74.

48) Péron Voyage I, 32.

49) Krusenstern Reise Bd. III. Anh.

50) Gilbert's Annalen LXVI, 158.

von Bellingshausen auf diesen Punkt. Indem er den Stand des Thermometers zur Zeit der obern und untern Culmination der Sonne mit einander verglich, erhielt er auf dem Meere zwischen den Breiten von 9° 55′ und 3° 36′ N vom 13ten bis 27sten October eine Differenz von 0°,6; noch geringer war diese in der südlichen Halbkugel zwischen 25° 42′ S u. 66° 52′ S; ja Winde und andere Störungen waren wohl Ursache, daß die Temperatur in der Nacht etwas höher war, als am Tage, ein Phänomen, was sich auch in unseren Gegenden zuweilen, wenn auch selten, im Winter ereignet. So wie Simonoff in die Nähe des Landes kam, wurde diese Differenz bedeutender, und zwar desto mehr, je größer diese Ländermassen waren. Indem die kleinen Inseln des großen Oceanes fast gar keinen Einfluß auf dieses Phänomen äußerten, stieg die Differenz auf Teneriffa bis zu 4°,4, in der Matavay-Bai auf Otaheite bis 6°,6, und auf der Rhede von Rio Janeiro bis zu 7°,9 [51]).

Daß außer den erwähnten Ursachen auch die Gestaltung des Bodens eine Rolle hiebei spiele, bedarf wohl kaum eines Beweises. So wird die Differenz an Orten, die in engen Thälern liegen, wegen der Reverberation der Wärme größer seyn, als an Orten auf der Ebene [52]) u. s. w.

Zu einer vollständigen Kenntniß des Phänomenes würden Messungen aus höheren Breiten sehr wünschenswerth seyn, doch fehlt es hieran fast ganz; die wenigen mir bekannten Thatsachen enthält folgende Tabelle:

51) Bibl. univ. XXXI, 296—310. Andere Thatsachen bei Finlayson Gesandtschaftsreise S. 80. Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 335.

52) Wahlenberg de veget. et clim. in Helv. sept. p. LXVIII.

Monat	Enontekis [53])	Jemteland [54])
Januar	4°,96	2°,10
Februar	4,96	4,74
März	7,16	8,37
April	6,40	7,24
Mai	3,91	8,36
Junius	4,03	9,54
Julius	4,56	7,70
August	4,06	7,20
September	4,53	6,17
October	4,93	3,80
November	4,43	2,10
December	5,76	1,77

Da die Beobachtungen zu Enontekis einen Gang zeigten, welcher von dem im übrigen Europa sehr bedeutend abwich, bemühte sich namentlich Schouw [55]) diese scheinbare Anomalie zu erklären. Wenn nämlich im Sommer die Sonne entweder gar nicht oder nur kurze Zeit unter den Horizont tritt, dann kann fast gar keine Erkaltung der Atmosphäre Statt finden; wenn dagegen im Winter die Sonne fast gar nicht über dem Horizonte erscheint, so erfolgt eben so wenig eine Erwärmung am Tage, daher ist die Differenz im ganzen Jahre fast gleich. Aber Jemteland, wo Törnsten den Stand des Thermometers zur Zeit der größten und kleinsten Tageswärme aufzeichnete, zeigt uns denselben Gang, als die übrigen Orte in Europa, und wenn dieser Punkt auch nur an der Gränze des Polarkreises liegt, so wird das Resultat für Enontekis doch verdächtig. Eine genauere Vergleichung von Wahlenberg's Arbeit zeigt auch, daß die Thatsache und somit die Hypothese von Schouw nicht naturgemäß ist. Grape nämlich beobachtete den Stand des Thermometers täglich dreimal, Morgens, Mittags und Abends, ohne die Stun-

53) In Lappland in 68° 30′ N, 3jähr. Beob. (1802, 4, 5) von Grape, berechnet von Wahlenberg Flor. Lapp. p. XLIV.

54) In 63° N; Beobachtungen vom Julius 1784 bis Ende 1788 von Törnsten mitgetheilt in Neue Abh. d. Schwed. Acad. XII, 36.

55) Pflanzengeographie S. 64.

den näher anzugeben; die beiden äussersten von diesen drei Aufzeichnungen sah Wahlenberg als Extreme an [56]). Wird aber das Mittel der Beobachtungen am Morgen, Mittag und Abend einzeln genommen, so zeigt sich diese geringe Oscillation im Winter sehr bestimmt. Es ist dieser Stand nämlich [57])

	Morgen	Mittag	Abend
1 Decbr. bis 30 Januar	— 17°,5	— 17°5	— 17°,3
11 März bis 10 April	— 11,7	— 5,6	— 9,8
21 Junius bis 10 Julius	11,7	14,8	11,8

Diese Größen zeigen genügend, daß die Curve der täglichen Wärme sich im Winter wenig von einer geraden Linie entfernt; bedeutender ist die Krümmung im März und April; da im Junius und Julius die Temperatur am Abend wenig von der am Morgen abweicht, so wird es wahrscheinlich, daß der Stand am Morgen schon bedeutend über dem Minimum liegt.

Aus der bisher betrachteten Einwirkung des Dampfgehaltes der Luft auf ihre Erwärmung glaube ich auch ein Phänomen erklären zu müssen, welches bereits im zweiten Abschnitte erwähnt wurde. Es tritt nämlich sowohl das Maximum, als das Medium in Leith später ein, als in Padua, und eben dieses gilt vom Medium am Abend wenigstens im Sommer [58]). Der Grund dieser Differenz scheint mir hauptsächlich in den Hydrometeoren zu liegen. In dem am Meere gelegenen Leith ist die Luft feuchter; nächtliche Niederschläge, theils unter der Gestalt von Thau, theils als Nebel und Wolken, sind hier häufiger als in Padua; durch die latente Wärme des reichlich gebildeten Dampfes wird die Erwärmung am Morgen etwas verzögert, und daher tritt das Medium am Morgen, so wie das Maximum etwas später ein; wenn dagegen nach der größten Tageswärme die lebhafte Dampfbildung aufhört und die Luft am Abend erkaltet, so verhindert die frei gewordene Wärme des Dampfes die Erkaltung zum Theil, und daher findet das Medium am Abend ebenfalls etwas später Statt.

56) Wahlenberg Flora Lapp. p. XLIII.
57) Wahlenberg de Vegetat. et Clim. in Helvet. sept. §. 98. p. LXXXVII.
58) Bd. I. S. 85 u. 107.

Aus dieser Einwirkung des Dampfes auf den Gang der Temperatur scheint sich auch ein anderes Phänomen zu ergeben. Hinge nämlich die Erwärmung nur von der directen Einwirkung der Sonnenstrahlen ab, so müßte die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere des Tages, im jährlichen Durchschnitte gleich der seyn, während welcher sie kleiner ist, jede also 12 Stunden betragen. Aber Orte am Meere erhalten von diesem einen großen Theil Dämpfe, diese verhindern besonders die nächtliche Erkaltung, die Wärmecurve biegt sich sehr wenig, die Temperatur ist daher längere Zeit unter dem Mittel, als über demselben, und zwar desto mehr, je näher der Ort am Meere liegt, wie uns dieses eine Vergleichung zwischen Padua und Leith zeigt. Da die Erde im Winter mehr Wärme durch Strahlung während der Nacht verliert, als sie am Tage von der Sonne erhält, so muß in dieser Zeit die nächtliche Erkaltung schon in einer trockenen Atmosphäre länger dauern, als die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere; aber in dieser Jahreszeit wird auch durch den Dampf und die Entfernung vom Meere ein sehr bedeutender Unterschied in dieser Dauer bedingt, wie dieses die erwähnten Erfahrungen in Padua und Leith zeigen. Um jedoch zu entscheiden, ob diese Hypothese richtig sey oder nicht, sind Messungen von weit mehr Orten erforderlich, als hier benutzt werden konnten.

Nachdem wir den Einfluß der Hydrometeore auf die täglichen Oscillationen des Thermometers untersucht haben, wenden wir uns zu ihrer Einwirkung auf die mittlere tägliche Wärme. Eine einfache Betrachtung zeigt uns schon, daß diese nicht das ganze Jahr gleich seyn könne. Im Winter, wo die durch Strahlung verlorne Wärme größer ist, als die von der Sonne erhaltene, werden Wolken und Nebel einerseits die Strahlung verhindern, andererseits durch ihre frei gewordene Wärme zur Erhöhung der Temperatur beitragen. Daher sind bewölkte Wintertage nicht so kalt, als heitere [59]); auf den Polarmeeren gefriert das Meerwasser kaum bei Temperaturen über —1°,7, wenn der Himmel bewölkt ist, während dieses bei heiterem Himmel bei Thermometerständen geschieht, die mehrere Grade über dem Ge-

59) de Luc Idées II, 107.

den näher anzugeben; die beiden äussersten von diesen drei Auf
zeichnungen sah Wahlenberg als Extreme an [56]). Wird abe
das Mittel der Beobachtungen am Morgen, Mittag und Abend
einzeln genommen, so zeigt sich diese geringe Oscillation im Win
ter sehr bestimmt. Es ist dieser Stand nämlich [57])

	Morgen	Mittag	Abend
1 Decbr. bis 30 Januar	— 17°,5	— 17°5	— 17°,
11 März bis 10 April	— 11,7	— 5,6	— 9,8
21 Junius bis 10 Julius	11,7	14,8	11,8

Diese Grössen zeigen genügend, daß die Curve der täglichen
Wärme sich im Winter wenig von einer geraden Linie entfernt;
bedeutender ist die Krümmung im März und April; da im Junius
und Julius die Temperatur am Abend wenig von der am Morgen
abweicht, so wird es wahrscheinlich, daß der Stand am Morgen
schon bedeutend über dem Minimum liegt.

Aus der bisher betrachteten Einwirkung des Dampfgehaltes
der Luft auf ihre Erwärmung glaube ich auch ein Phänomen er-
klären zu müssen, welches bereits im zweiten Abschnitte erwähnt
wurde. Es tritt nämlich sowohl das Maximum, als das Me-
dium in Leith später ein, als in Padua, und eben dieses gilt vom
Medium am Abend wenigstens im Sommer [58]). Der Grund
dieser Differenz scheint mir hauptsächlich in den Hydrometeoren zu
liegen. In dem am Meere gelegenen Leith ist die Luft feuchter;
nächtliche Niederschläge, theils unter der Gestalt von Thau, theils
als Nebel und Wolken, sind hier häufiger als in Padua; durch
die latente Wärme des reichlich gebildeten Dampfes wird die Er-
wärmung am Morgen etwas verzögert, und daher tritt das Me-
dium am Morgen, so wie das Maximum etwas später ein; wenn
dagegen nach der größten Tageswärme die lebhafte Dampfbildung
aufhört und die Luft am Abend erkaltet, so verhindert die frei
gewordene Wärme des Dampfes die Erkaltung zum Theil, und
daher findet das Medium am Abend ebenfalls etwas später Statt.

---

56) Wahlenberg Flora Lapp. p. XLIII.
57) Wahlenberg de Vegetat. et Clim. in Helvet. sept. §. 91.
p. LXXXVII.
58) Bd. I. S. 85 u. 107.

jeden Regen folgt [63]), indem das aus den obern Schichten der Atmosphäre herabgefallene Wasser und die darauf folgende Verdunstung mit zu dieser Erkaltung beitragen. So bemerkte de Luc in Genf am 21sten August 1764, daß das Thermometer nach einem Regen auf 10° stand, während er vor demselben eine Wärme von 27°,5 beobachtet hatte [64]). Es scheint übrigens, als ob dieser Unterschied zwischen der Temperatur bewölkter und heiterer Tage desto größer werde, je weiter wir uns von den Küsten entfernen; in Sibirien wenigstens ist die Strahlung der Wärme und die Einwirkung der directen Sonnenstrahlen im Winter so groß, daß der Schnee auf den Dächern bei Temperaturen von — 25° bis — 38° (— 20° bis — 30° R) von der Sonne geschmolzen wird [65]); es fehlt jedoch ganz an Beobachtungen, um diese Vermuthung zu verificiren.

Die Abhängigkeit der mittleren Temperatur von den Hydrometeoren zeigt sich besonders auffallend zwischen den Wendekreisen. Schon früher wurde erwähnt, daß der Gang der jährlichen Wärme hier sehr von dem in höheren Breiten abweiche [66]), und folgende Tafel zeigt dieses ganz deutlich:

Monat	Calcutta	Seringapatam	Konka	Havanna
Januar	19°,3	24°,9	24°,3	21°,3
Februar	23,8	27,1	......	22,9
März	26,7	29,0	31,6	23,8
April	29,3	29,4	33,5	25,1
Mai	30,0	26,0	32,8	26,6
Junius	28,4	24,9	32,0	28,7
Julius	28,4	23,2	28,7	28,5
August	28,3	24,8	26,9	28,4
September	28,2	25,1	28,5	27,6
October	28,2	23,4	29,6	26,6
November	24,3	22,4	26,5	23,6
December	20,3	22,9	21,4	22,0
Jahr	26,3	25,2	28,7	25,5

63) Wahlenberg Flor. Carp. p. XCIX.
64) de Luc Modif. de l'atm. §. 720. T. III. p. 273 Anm.
65) Hansteen in Bibl. univ. XLII, 261.
66) Bd. I. S. 117.

Fast an jedem dieser Orte folgt die Wärme einem andern Gesetze, und wenn wir im Stande wären, die Temperatur-Curven von vielen Orten zwischen den Wendekreisen mit einander zu vergleichen, so würden vielleicht keine zwei derselben so große Uebereinstimmung zeigen, als wir in höhern Breiten gefunden haben. Es ist hier die Differenz in der Höhe der Sonne bei größter nördlicher und südlicher Declination verhältnißmäßig gering und daher auch die kleine Differenz zwischen dem kältesten und wärmsten Monate. An den drei ersten Punkten steigt die Wärme vom Januar bis zum Mai, oder April; nun beginnt die nasse Jahreszeit, die Einwirkung der Sonne wird am Nachmittage verhindert, kaltes Wasser stürzt aus den obern Schichten, welches in der Folge wieder verdunstet. Daher bleibt die Wärme mehrere Monate unverändert, wie in Calcutta, und sinkt nun dem Laufe der Sonne gemäß am Ende des Jahres, oder sie erreicht in der Mitte der nassen Jahreszeit ein zweites Minimum und später ein neues Maximum, wie in Seringapatam und Koura. Wo es dagegen im Laufe des ganzen Jahres zuweilen regnet und die nasse Jahreszeit sich nur durch reichlichere Niederschläge auszeichnet, da tritt dieser Umstand weit weniger deutlich hervor, wie dieses die Messungen in der Havanna zeigen.

Aus diesem Einflusse des bewölkten Himmels und der nassen Jahreszeit müssen wir es uns auch erklären, weshalb die Temperatur in einigen Gegenden der Aequinoctialgegenden, wo der Himmel das ganze Jahr hindurch trübe ist, geringer gefunden wird, als da, wo beide Jahreszeiten regelmäßig wechseln. So hat das Wasser des Rio Negro am Aequator nur eine Wärme von 23°,9; dagegen liegt die im Orenocco zwischen 4° und 8° N zwischen 27°,5 und 29°,5 [67]).

Nicht minder wichtig als der Einfluß der Hydrometeore ist der der Winde [68]). Es ist eine bekannte Erfahrung, daß es namentlich im Winter bei nördlichen Winden weit kälter ist, als bei südlichen. Um diesen Einfluß der Winde genauer zu bestimmen, darf man nur das Mittel aller Thermometerstände nehmen,

67) Humboldt Voyage VII, 422.

68) Hutton in Edinb. Trans. I, 78. L. v. Buch in Abh. der Berl. Acad. 1818. S. 89.

welche bei den einzelnen Winden beobachtet sind. Da jedoch die Angaben des Instrumentes von den Tages- und Jahreszeiten abhangen [69]), die einzelnen Winde aber zu diesen Zeiten nicht gleich häufig wehen, so wäre es möglich, daß man bei Aufsuchung des jährlichen Mittels ein Resultat erhielte, welches sich sehr von der Wahrheit entfernte. Um diese Anomalieen zu verkleinern, habe ich, eben so wie dieses Dove gethan hat, den Stand des Thermometers während eines Monates als constant angenommen. War die Wärme nebst der Richtung der Winde täglich mehrmals zu bestimmten Stunden aufgezeichnet, so stellte ich zunächst bei jedem Winde alle Beobachtungen zusammen, welche in demselben Monate und zu derselben Tageszeit in allen Jahren gemacht waren; das Mittel dieser Messungen gab die thermometrische Windrose bei diesem Winde zu der gedachten Zeit. Waren täglich etwa drei Messungen gemacht, so erhielt ich für jeden Monat drei Media, deren Mittel dann den Stand des Thermometers bei den einzelnen Winden angab. Wurde das Mittel der monatlichen Mittel genommen, so ergab sich die thermometrische Windrose für das ganze Jahr oder die einzelnen Jahreszeiten.

Eben dieses Verfahren, die monatlichen Mittel zu benutzen, hat auch Dove in einer trefflichen Abhandlung über den Einfluß des Windes auf den Stand des Barometers und Thermometers benutzt [70]); indem er die Pariser Beobachtungen berechnet, nimmt er den am Mittage aufgezeichneten Wind und sieht das Mittel beider Angaben des Thermometrographen als den ihm zugehörigen Thermometerstand an. Besitzt man indessen nicht vieljährige Aufzeichnungen an einem Orte, so führt dieses Verfahren einen großen Uebelstand mit sich. Es kann sich treffen, daß ein sonst häufig vorkommender Wind in einem Monate nur einmal weht, und daß gerade an diesem Tage das Thermometer ungewöhnlich hoch oder niedrig steht. Wenn man nun bei Herleitung des allgemeinen Mittels nur die monatlichen Media anwendet, so giebt man dieser einzelnen Aufzeichnung dasselbe Gewicht, als dem Mittel

69) Schouw Klimatologie. Dove in Poggendorff's Ann. XI, 566.

70) Poggendorff's Ann. XI, 567.

einer größeren Zahl von Messungen, wodurch die Curve eine unregelmäßige und offenbar unrichtige Gestalt erhält.

Ich glaube, daß folgendes Verfahren richtiger ist, weil es wenigstens regelmäßigere Curven zeigt. Gesetzt, es sey täglich dreimal beobachtet, um 19^h, 2^h und 9^h, so stelle ich in jedem Monate die Aufzeichnungen nach diesen drei Tageszeiten zusammen und suche den mittleren Thermometerstand zu diesen einzelnen Stunden auf. Dieser betrage respective 10°,2, 14°,3 und 12°,4, ihr Mittel ist 12°,3. Sind diese Größen gefunden, so addire ich zu jeder Beobachtung den Rest, welcher übrig bleibt, wenn das Mittel dieser Tageszeit von dem monatlichen Mittel subtrahirt wird; ich addire also zu jeder Morgenbeobachtung 12°,3 — 10°,2 = 2°,1, zu jeder Mittagsbeobachtung 12°,3 — 14°,3 = — 2°,0, und zu jeder Abendbeobachtung 12°,3 — 12°,4 = — 0°,1. Man kann jetzt die bei jedem Winde gefundenen Thermometerstände zusammen addiren; der Quotient, welchen man erhält, wenn die Summe der Temperaturen durch die Zahl der Beobachtungen dividirt wird, giebt dann den mittleren Wärmegrad bei diesem Winde. Will man aus den monatlichen Windrosen die jährliche herleiten, so wird dasselbe Verfahren angewendet. Zu jeder Beobachtung in irgend einem Monate wird der Unterschied zwischen der Temperatur dieses Monats und dem jährlichen Mittel addirt.

Ich will die nach diesem Verfahren gefundenen thermometrischen Windrosen an verschiedenen Orten und in verschiedenen Jahreszeiten mittheilen.

London.[71])

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	9°,01	9°,66	10°,52	11°,47	11°,69	11°,87	10°,66	9°,69
Winter	1,13	1,54	2,77	3,89	6,18	6,02	4,70	2,38
Frühling	8,21	8,45	9,13	10,86	12,14	11,78	10,49	9,47
Sommer	17,57	18,15	19,14	19,16	18,12	17,92	17,02	17,06
Herbst	9,14	10,53	11,03	11,97	11,32	11,77	10,42	9,86

Diese Tafel zeigt uns ganz bestimmt, wie der mittlere Thermometerstand bei südlichen Winden weit größer ist, als bei nördlichen,

71) 9jähr. Beob. (1776—81, 87—89) der königlichen Societät in den Phil. Trans. — Da die Beobachtungen um 20^h und 2^h gemacht wurden, sind die sämmtlichen Thermometerstände etwas zu groß.

Aus dieser Einwirkung des Dampfes auf den Gang der Temperatur scheint sich auch ein anderes Phänomen zu ergeben. Hinge nämlich die Erwärmung nur von der directen Einwirkung der Sonnenstrahlen ab, so müßte die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere des Tages, im jährlichen Durchschnitte gleich der seyn, während welcher sie kleiner ist, jede also 12 Stunden betragen. Aber Orte am Meere erhalten von diesem einen großen Theil Dämpfe, diese verhindern besonders die nächtliche Erkaltung, die Wärmecurve biegt sich sehr wenig, die Temperatur ist daher längere Zeit unter dem Mittel, als über demselben, und zwar desto mehr, je näher der Ort am Meere liegt, wie uns dieses eine Vergleichung zwischen Padua und Leith zeigt. Da die Erde im Winter mehr Wärme durch Strahlung während der Nacht verliert, als sie am Tage von der Sonne erhält, so muß in dieser Zeit die nächtliche Erkaltung schon in einer trocknen Atmosphäre länger dauern, als die Zeit, während welcher die Wärme größer ist, als die mittlere; aber in dieser Jahreszeit wird auch durch den Dampf und die Entfernung vom Meere ein sehr bedeutender Unterschied in dieser Dauer bedingt, wie dieses die erwähnten Erfahrungen in Padua und Leith zeigen. Um jedoch zu entscheiden, ob diese Hypothese richtig sey oder nicht, sind Messungen von weit mehr Orten erforderlich, als hier benutzt werden konnten.

Nachdem wir den Einfluß der Hydrometeore auf die täglichen Oscillationen des Thermometers untersucht haben, wenden wir uns zu ihrer Einwirkung auf die mittlere tägliche Wärme. Eine einfache Betrachtung zeigt uns schon, daß diese nicht das ganze Jahr gleich seyn könne. Im Winter, wo die durch Strahlung verlorne Wärme größer ist, als die von der Sonne erhaltene, werden Wolken und Nebel einerseits die Strahlung verhindern, andererseits durch ihre frei gewordene Wärme zur Erhöhung der Temperatur beitragen. Daher sind bewölkte Wintertage nicht so kalt, als heitere [59]); auf den Polarmeeren gefriert das Meerwasser kaum bei Temperaturen über —1°,7, wenn der Himmel bewölkt ist, während dieses bei heiterem Himmel bei Thermometerständen geschieht, die mehrere Grade über dem Ge-

59) de Luc Idées II, 107.

	Minimum		Maximum		Differenz der Extreme
Jahr	N	9°,08	S 12° W	11°,87	2°,79
Winter	N 11° O	1,19	S 30 W	6,38	5,19
Frühling	N 82 O	8,22	S 14 W	12,15	3,93
Sommer	N 54 W	17,05	S 71 O	19,15	2,10
Herbst	N 5 W	9,34	S 24 O	11,67	2,33

Im jährlichen Mittel ist also N sehr nahe der kälteste Wind, während der wärmste mehrere Grade westlich von Süden liegt. Diese Winde aber behalten nicht das ganze Jahr hindurch dieselbe Richtung; der kälteste liegt im Winter und Frühlinge auf der östlichen, im Sommer und Herbste auf der westlichen Seite des Horizontes, während der wärmste Wind eine entgegengesetzte Drehung zeigt.

Localursachen können die Lage dieser Winde etwas verrücken, und es scheint daher zweckmäßig, die thermometrische Windrose noch an einigen andern Orten zu bestimmen.

Paris.

Hier geben 11jährige Mittagsbeobachtungen (1816—26) auf der Sternwarte folgende Größen:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	12°,02	11°,76	13°,50	15°,25	15°,43	14°,92	13°,64	12°,39
Winter	2,90	1,00	1,99	4,58	6,63	7,93	7,03	4,83
Frühling	10,98	11,96	14,04	16,52	16,24	14,57	13,49	11,72
Sommer	21,79	22,49	24,60	26,29	23,60	21,31	21,05	20,60
Herbst	11,86	11,45	12,90	15,25	15,55	15,66	13,49	12,59

Wird hier derselbe Ausdruck angewendet, so erhalten wir folgende Gleichungen:

Jahr: $T_n = 13°,614 + 1,919 \sin(n.45° + 267° 22') + 0,252 \sin(n.90 + 162° 6')$

$\varepsilon''(T_n) = 0,104.$

Winter: $T_n = 4°,611 + 3,295 \sin(n.45° + 219° 53') + 0\,175 \sin(n.90° + 133° 16')$

$\varepsilon''(T_n) = 0°,120.$

Frühling: $T_n = 13°,690 + 2,677 \sin(n.45° + 281° 18') + 0,434 \sin(n.90° + 190° 17')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,103.$

Sommer: $T_n = 22°,716 + 2,446 \sin(n.45° + 329° 16') + 0,774 \sin(n.90° + 184° 49')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,227.$

Herbst: $T_n = 13°,592 + 2,181 \sin(n.45° + 258° 51') + 0,311 \sin(n.90° + 126° 51')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,179.$

Werden aus diesen Formeln die Punkte des Horizontes hergeleitet, aus denen der wärmste oder kälteste Wind weht, so ergeben sich folgende Größen:

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 18° O	11°,69	S 17° O	15°,70	4°,01
Winter	N 53 O	1,17	S 54 W	7,74	6,57
Frühling	N 7 O	10,97	S 25 O	16,57	5,60
Sommer	W	20,68	S 53 O	25,90	5,22
Herbst	N 28 O	11,49	S 2 W	15,99	4,50

Da in Paris der Wind nur am Mittage mitgetheilt wird, so habe ich bei dieser Zusammenstellung auch nur die zu derselben Zeit gemachte Thermometerbeobachtung benutzt; da in dem Tagebuche 16 Winde angeführt wurden, so habe ich hier so wie an allen übrigen Orten die Zahl der Beobachtungen bei jedem zweiten Nebenwinde halbirt und die gefundene Größe zu jedem der beiden zunächst liegenden ersten Nebenwinde addirt. Weil das Thermometer am Mittage einen Stand hat, welcher größer ist, als das Mittel, so sind die oben mitgetheilten Größen sämmtlich etwas zu hoch. Statt der Thermometerbeobachtung am Mittage hat Dove das Mittel der täglichen Extreme genommen, und darnach geben 10jährige Beobachtungen (1816—25) für die 16 Winde folgende Größen: [73])

73) Poggendorff's Annalen XI, 575.

Wind	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
N	9°,12	—0°,75	8°,16	20°,95	8°,09
NNO	9,03	—0,48	9,43	18,19	8,99
NO	9,76	0,26	9,92	19,11	9,71
ONO	10,06	0,50	9,98	20,27	9,50
O	11,68	3,29	10,38	20,44	12,59
OSO	11,65	2,20	11,69	20,15	12,15
SO	11,01	2,92	9,97	18,16	12,97
SSO	11,88	4,82	11,35	18,36	13,01
S	12,28	6,20	11,50	18,55	12,88
SSW	11,87	6,31	10,79	17,55	12,88
SW	11,27	4,30	11,19	17,15	12,43
WSW	10,87	5,23	10,25	17,03	10,95
W	10,19	4,35	9,16	16,65	10,63
WNW	9,81	3,56	8,76	16,81	10,09
NW	9,69	2,28	8,72	18,19	9,58
NNW	9,92	1,69	8,51	19,47	9,99

Eine Vergleichung dieser Tafel mit der oben gegebenen zeigt, daß die Curven eine ziemlich große Aehnlichkeit haben, nur sind die Anomalieen etwas größer, weil nur die monatlichen Mittel berücksichtigt sind und die doppelte Zahl von Winden angenommen ist. Dove hat zur Entfernung der Anomalieen dieselbe periodische Function angewendet, welche oben entwickelt wurde, und folgende Größen für 16 Winde gefunden:

Jahr: $T_n = 10°,624 + 1°,267 \sin(n.22°\,30' + 252°\,59') + 0°,194 \sin(n.45° + 168°\,25')$

Winter: $T_n = 2°,917 + 2°,776 \sin(n.22°\,30' + 214°\,38') + 0°,227 \sin(n.45° + 190°\,1')$

Frühling: $T_n = 9°,985 + 1°,249 \sin(n.22°\,30' + 263°\,37') + 0°,317 \sin(n.45 + 308°\,7')$

Sommer: $T_n = 18°,564 + 1°,534 \sin(n.22°\,30' + 359°\,39') + 0°,287 \sin(n.45° + 94°\,23')$

Herbst: $T_n = 11°,016 + 1°892 \sin(n.22°\,30' + 253°\,53') + 0°,341 \sin(n.45° + 153°)$

welche bei den einzelnen Winden beobachtet sind. Da jedoch die Angaben des Instrumentes von den Tages- und Jahreszeiten abhangen [69]), die einzelnen Winde aber zu diesen Zeiten nicht gleich häufig wehen, so wäre es möglich, daß man bei Aufsuchung des jährlichen Mittels ein Resultat erhielte, welches sich sehr von der Wahrheit entfernte. Um diese Anomalieen zu verkleinern, habe ich, eben so wie dieses Dove gethan hat, den Stand des Thermometers während eines Monates als constant angenommen. War die Wärme nebst der Richtung der Winde täglich mehrmals zu bestimmten Stunden aufgezeichnet, so stellte ich zunächst bei jedem Winde alle Beobachtungen zusammen, welche in demselben Monate und zu derselben Tageszeit in allen Jahren gemacht waren; das Mittel dieser Messungen gab die thermometrische Windrose bei diesem Winde zu der gedachten Zeit. Waren täglich etwa drei Messungen gemacht, so erhielt ich für jeden Monat drei Media, deren Mittel dann den Stand des Thermometers bei den einzelnen Winden angab. Wurde das Mittel der monatlichen Mittel genommen, so ergab sich die thermometrische Windrose für das ganze Jahr oder die einzelnen Jahreszeiten.

Eben dieses Verfahren, die monatlichen Mittel zu benutzen, hat auch Dove in einer trefflichen Abhandlung über den Einfluß des Windes auf den Stand des Barometers und Thermometers benutzt [70]); indem er die Pariser Beobachtungen berechnet, nimmt er den am Mittage aufgezeichneten Wind und sieht das Mittel beider Angaben des Thermometrographen als den ihm zugehörigen Thermometerstand an. Besitzt man indessen nicht vieljährige Aufzeichnungen an einem Orte, so führt dieses Verfahren einen großen Uebelstand mit sich. Es kann sich treffen, daß ein sonst häufig vorkommender Wind in einem Monate nur einmal weht, und daß gerade an diesem Tage das Thermometer ungewöhnlich hoch oder niedrig steht. Wenn man nun bei Herleitung des allgemeinen Mittels nur die monatlichen Media anwendet, so giebt man dieser einzelnen Aufzeichnung dasselbe Gewicht, als dem Mittel

69) Schouw Klimatologie. Dove in Poggendorff's Ann. XI, 566.

70) Poggendorff's Ann. XI, 567.

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 30° O	7°,70	S 16° W	10°,20	2°,50
Winter	N 65 O	— 3,77	S 46 W	2,98	6,75
Frühling	N 4 O	7,57	S 18 O	10,16	2,59
Sommer	N 64 W	16,41	S 41 O	20,04	3,63
Herbst	N 23 O	7,70	S 50 W	10,52	2,82

Um zu untersuchen, ob sich diese Einwirkung der Winde auf die Angaben des Thermometers auch im Innern von Europa zeige, habe ich die thermometrische Windrose an drei Punkten berechnet, welche einen größern Abstand von den Küsten haben, nämlich in Ofen, Moscau und Stockholm.

Ofen.

Neunjährige Beobachtungen (1782—86, 89—92) der Astronomen auf der Sternwarte, die in den Mannheimer Ephemeriden mitgetheilt werden, geben folgende Größen:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	8°,83	9°,85	10°,51	11°,22	12°,30	11°,88	10°,19	9°,74
Winter	—2,71	—1,43	—0,53	—0,99	0,80	1,32	0,03	—0,29
Frühling	8,70	10,14	9,91	11,91	12,42	12,29	9,96	9,36
Sommer	20,26	21,28	23,10	23,75	23,04	22,87	20,64	19,82
Herbst	9,15	9,55	10,10	10,64	12,44	12,62	10,40	9,55

Werden die Constanten unserer Interpolationsformel aus den obigen Größen hergeleitet, so erhalten wir

Jahr: $T_n = 10°,565 + 1°,488 \sin (n \,.\, 45 + 269° \, 20')$
$+ 0°,220 \sin (n \,.\, 90° + 29° \, 11')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,162.$

Winter: $T_n = -0°,475 + 1°,449 \sin (n \,.\, 45° + 238° \, 50')$
$+ 0°,458 \sin (n \,.\, 90° + 309° \, 41')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,343.$

Frühling: $T_n = 10°,575 + 1°,747 \sin (n \,.\, 45° + 267° \, 34')$
$+ 0°,411 \sin (n \,.\, 90° + 49° \, 26')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,245.$

Sommer: $T_n = 21°,845 + 1°,755 \sin (n \,.\, 45° + 305° \, 55')$
$+ 0°,182 \sin (n \,.\, 90° + 322° \, 49')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,211.$

Herbst:

Herbst: $T_n = 10°,556 + 1°,625 \sin(n \,.\, 45 + 253° 32')$
$+ 0°,565 \sin(n \,.\, 90° + 28° 50')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,140.$

Werden hieraus der wärmste und der kälteste Wind hergeleitet, so erhalten wir

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 16° W	9°,13	S 11° W	12°,20	3°,07
Winter	N 5 O	— 2,07	S 53 W	1,25	3,32
Frühling	N 26 W	9,02	S 12 W	12,69	3,67
Sommer	N 33 W	19,92	S 42 O	23,44	3,52
Herbst	N 25 W	9,13	S 23 W	12,72	3,59

Wir finden hier also noch dieselbe Abhängigkeit von den Jahreszeiten, als im westlichen Europa, und eben dieses bestätigen die Beobachtungen in

MosEau.

Fünfjährige Beobachtungen (1785, 1786, 89, 91, 92), welche Stritter theils in Graden der de l'Isleschen, theils der Réaumurschen Scale in den Mannheimer Ephemeriden mittheilte, geben auf das 100theilige Thermometer reducirt folgende Größen:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	1°,21	1°,44	3°,53	4°,62	5°,96	5°,69	5°,40	3°,32
Winter	—14,74	—14,86	—11,86	— 7,95	— 4,26	— 5,15	— 5,56	—11,27
Frühling	2,30	3,51	4,80	4,74	5,21	7,21	6,29	5,06
Sommer	16,69	17,78	18,40	19,09	18,74	17,14	17,58	16,46
Herbst	0,59	— 0,68	2,78	3,91	4,14	3,51	3,80	1,04

Die in dieser Tafel gegebenen Größen lassen sich sehr nahe durch folgende Gleichungen ausdrücken:

Jahr: $T_n = 3°,884 + 2°,367 \sin(n \,.\, 45° + 245° 19')$
$+ 0°,484 \sin(n \,.\, 90° + 245° 17')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,134.$

Winter: $T_n = - 9°,405 + 5°,621 \sin(n \,.\, 45° + 241° 11')$
$+ 0°,438 \sin(n \,.\, 90° + 244° 19')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,350.$

Frühling: $T_n = 4°,890 + 1°,711 \sin (n.45° + 230° 44')$
$+ 0°,924 \sin (n.90° + 284° 55')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,260.$

Sommer: $T_n = 17°,735 + 1°,163 \sin (n.45 + 312° 0')$
$+ 0°,209 \sin (n.90° + 221° 3')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,209.$

Herbst: $T_n = 2°,199 + 2°,167 \sin (n.45° + 260° 21')$
$+ 0°,628 \sin (n.90° + 212° 29')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,324.$

Hieraus ergeben sich folgende Punkte, aus denen der kälteste und wärmste Wind wehen:

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 19° O	1°,06	S 42° W	5°,90	4°,84
Winter	N 24 O	— 15,41	S 36 W	— 4,13	11,28
Frühling	N 8 O	2,63	S 69 W	7,20	4,57
Sommer	N 22 W	16,65	S 51 O	19,06	2,41
Herbst	N 20 O	— 0,53	S 24 O	4,17	4,70

Stockholm.

Neunjährige Aufzeichnungen (1784—92) von Nicander in den Mannheimer Ephemeriden geben folgende Größen für den Einfluß der Winde auf das Thermometer:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	2°,65	3°,49	6°,24	7°,89	8°,36	8°,03	7°,85	[illegible]°,46
Winter	—8,30	—7,00	—2,80	0,24	1,01	0,63	—0,69	—5,[illegible]
Frühling	0,24	—0,23	2,63	4,55	5,10	5,46	5,91	[illegible],40
Sommer	14,88	16,02	16,99	17,08	18,54	17,15	17,08	14,[illegible]
Herbst	3,74	5,51	8,23	9,41	8,78	8,46	7,21	[illegible],15

Werden diese Größen nach der gegebenen Interpolationsformel dargestellt, so erhalten wir

Jahr: $T_n = 5°,934 + 3°,028 \sin (n.45° + 264° 22')$
$+ 0°,646 \sin (n.90° + 273° 46')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,205.$

Winter: $T_n = -2°,792 + 4°,759 \sin (n.45° + 259° 29')$
$+ 0°,995 \sin (n.90 + 252° 45')$
$\varepsilon'' (T_n) = 0°,105.$

Frühling: $T_n = 13°,690 + 2,677 \sin(n.45° + 281° 18') + 0,434 \sin(n.90° + 190° 17')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,103.$

Sommer: $T_n = 22°,716 + 2,446 \sin(n.45° + 329° 16') + 0,774 \sin(n.90° + 184° 49')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,227.$

Herbst: $T_n = 13°,592 + 2,181 \sin(n.45° + 258° 51') + 0,311 \sin(n.90° + 126° 51')$
$\varepsilon''(T_n) = 0°,179.$

Werden aus diesen Formeln die Punkte des Horizontes hergeleitet, aus denen der wärmste oder kälteste Wind weht, so ergeben sich folgende Größen:

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 18° O	11°,69	S 17° O	15°,70	4°,01
Winter	N 53 O	1,17	S 54 W	7,74	6,57
Frühling	N 7 O	10,97	S 25 O	16,57	5,60
Sommer	W	20,68	S 53 O	25,90	5,22
Herbst	N 28 O	11,49	S 2 W	15,99	4,50

Da in Paris der Wind nur am Mittage mitgetheilt wird, so habe ich bei dieser Zusammenstellung auch nur die zu derselben Zeit gemachte Thermometerbeobachtung benutzt; da in dem Tagebuche 16 Winde angeführt wurden, so habe ich hier so wie an den übrigen Orten die Zahl der Beobachtungen bei jedem zweiten Nebenwinde halbirt und die gefundene Größe zu jedem der beiden zunächst liegenden ersten Nebenwinde addirt. Weil das Thermometer am Mittage einen Stand hat, welcher größer ist, als das Mittel, so sind die oben mitgetheilten Größen sämmtlich etwas zu hoch. Statt der Thermometerbeobachtung am Mittage hat Dove das Mittel der täglichen Extreme genommen, und darnach geben 10jährige Beobachtungen (1816—25) für die 16 Winde folgende Größen: [73])

---

73) Poggendorff's Annalen XI, 575.

Es ist nun die Frage, ob diese Differenzen einen klimatischen Grund haben, oder ob sie nur von Zufälligkeiten herrühren. Hätte man in jedem Lande Europa's von mehreren Punkten die thermometrische Windrose nach vieljährigen Beobachtungen berechnet, so würde man im Stande seyn, hierauf eine genügende Antwort zu geben; bis jetzt glaube ich annehmen zu dürfen, daß diese Unterschiede in Anomalieen gesucht werden müssen. Die Differenz zwischen den beobachteten und berechneten Werthen ist noch immer sehr bedeutend, wie dieses die jedem Ausdrucke hinzugefügten wahrscheinlichen Fehler zeigen, und es giebt unter den auffallenderen Erscheinungen in der Atmosphäre wenige, zu deren scharfen Fixirung Beobachtungen von so vielen Jahren erforderlich sind, als zu der vorliegenden. Nicht blos die Winde, sondern auch die Thermometerangaben müssen den normalen nach vieljährigem Durchschnitte gefundenen Gang zeigen. Weht nun aber z. B. der Südwind ungewöhnlich häufig im Anfange eines Monates, in welchem die Temperatur des Jahres schnell steigt, etwa im April, der Nordwind dagegen öfter am Ende des Monates, dann wird man offenbar für den Südwind eine zu niedrige, für den Nordwind eine zu hohe Temperatur erhalten.

Es ist aus dem angegebenen Grunde sehr wünschenswerth, daß die thermometrischen Windrosen an recht vielen Orten aufgesucht werden; wer es aber je versucht hat, eine solche zeitraubende Rechnung vorzunehmen, wird bald zu der Ueberzeugung gelangen, daß ein einzelner Physiker unmöglich diese Arbeit durchführen könne, wofern er nicht viele Monate auf die Untersuchung dieses einzigen Phänomenes verwenden will. Da unstreitig für jeden Beobachter die von ihm selbst gefundenen Größen das meiste Interesse haben, so ist sehr zu wünschen, daß jeder Meteorolog diese Verhältnisse wenigstens für seinen Wohnort bestimme.

So lange nicht Untersuchungen an vielen Punkten das Gegentheil erwiesen haben, will ich annehmen, daß der kälteste und und wärmste Wind in ganz Europa, nördlich von Alpen und Pyrenäen aus derselben Richtung kommen; um diese Punkte in den einzelnen Jahreszeiten mit größerer Genauigkeit zu fixiren, will ich das Mittel der an allen Orten gefundenen Größen nehmen.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jahr	6°,95	7°,30	8°,78	9°,99	10°,62	10°,42	9°,41	7°,83
Winter	—3,85	—3,98	—2,28	—0,37	1,96	2,15	1,89	—1,57
Frühling	6,38	6,93	8,21	9,83	10,12	10,14	9,11	7,61
Sommer	18,13	18,99	20,27	20,96	20,17	19,11	18,31	17,47
Herbst	7,01	7,35	8,97	10,05	10,39	10,44	9,12	7,55

Werden die Constanten der Interpolationsformel aus diesen Größen hergeleitet, so erhalten wir die folgenden Ausdrücke:

Jahr: $T_n = 8°,914 + 1°,880 \sin(n \,.\, 45 + 259° \, 58') + 0°,157 \sin(n \,.\, 90° + 260° \, 55')$

$s''(T_n) = 0°,021.$

Winter: $T_n = -0°,831 + 3°,263 \sin(n \,.\, 45° + 237° \, 16') + 0°,228 \sin(n \,.\, 90° + 276° \, 55')$

$s''(T_n) = 0°,107.$

Frühling: $T_n = 8°,541 + 1°,936 \sin(n \,.\, 45° + 258° \, 5') + 0°,222 \sin(n \,.\, 90° + 245° \, 55')$

$s''(T_n) = 0°,065.$

Sommer: $T_n = 19°,178 + 1°,578 \sin(n \,.\, 45° + 313° \, 28') + 0°,106 \sin(n \,.\, 90° + 219° \, 40')$

$s''(T_n) = 0°,084.$

Herbst: $T_n = 8°,863 + 1°,832 \sin(n \,.\, 45° + 265° \, 39') + 0°,170 \sin(n \,.\, 90° + 286° \, 34')$

$s''(T_n) = 0°,078.$

Werden hieraus die Punkte des Horizontes hergeleitet, aus denen der Wind wehen muß, wenn das Thermometer am niedrigsten oder höchsten stehen soll, so erhalten wir

	Minimum		Maximum		Unterschied
Jahr	N 8° O	6°,88	S 13° W	10°,64	3°,76
Winter	N 26 O	— 4,19	S 41 W	2,39	6,58
Frühling	N 12 O	6,38	S 18 W	10,25	3,87
Sommer	N 37 W	17,67	S 48 O	20,74	3,07
Herbst	N 1 O	6,87	S 12 W	10,56	3,69

Suchen wir dagegen die Winde auf, bei denen das Thermometer seinen mittleren Stand hat, so ergeben sich folgende Größen:

	Oestlicher Horizont	Westlicher Horizont
Jahr	S 85° O	N 77° W
Winter	S 58 O	N 56 W
Frühling	S 84 O	N 72 W
Sommer	N 49 O	S 43 W
Herbst	N 89 O	N 81 W

Da das dritte Glied der obigen Ausdrücke sehr klein ist, so läßt Dove dieses weg, indem er glaubt, daß das erste und zweite Glied schon eine hinreichende Annäherung an die Wahrheit geben[75]; dann liegen offenbar der kälteste und der wärmste Wind einander diametral entgegen; die Linie, welche beide verbindet, nennt er den meteorologischen Meridian, und dieser bildet in Paris mit dem astronomischen Meridiane einen Winkel von 17° [76]). Da jedoch noch bei dem Mittel aller obigen Beobachtungen das dritte Glied der Formel einen ziemlich großen Werth behält, so glaube ich dasselbe nicht weglassen zu dürfen; die berechneten Lagen des kältesten und wärmsten Windes zeigen, daß diese Punkte keineswegs diametral entgegengesetzt sind; die in der Folge zu betrachtende Biegung der Isothermen macht es wenig wahrscheinlich, daß man durch eine weit größere Menge von Beobachtungen einen solchen Gegensatz finden wird.

Was uns schon die einzelnen Orte zeigten, das geht auch aus diesem allgemeinen Mittel hervor, der kälteste und wärmste Wind fallen nicht mit N und S zusammen, jener liegt zwischen N und O, dieser zwischen S und W; die Ursache dieser Differenz liegt darin, daß auf der östlichen Seite sämmtlicher Orte ein ausgedehntes Festland, auf ihrer westlichen ein großes Meer liegt. Wirkte hiebei blos die Temperatur trockener Luft, dann würden reine Nord- und Südwinde die kältesten und wärmsten seyn, aber die Landwinde sind trocken, Wasser kann bei ihnen leicht verdunsten, und daher erfolgt eine schwache Temperaturdepression; kommen dagegen die feuchten Seewinde, dann wird die Verdunstung und damit die Erkaltung geringer, ja durch die frei gewordene Wärme des niedergeschlagenen Dampfes wird die

75) Poggendorff's Annalen XI, 578.

76) l. l. S. 586.

Wärme noch etwas erhöht. Nothwendig muß dadurch der wärmste Punkt etwas nach Westen, der kälteste etwas nach Osten rücken.

Dieses Phänomen zeigt eine große Abhängigkeit von den Jahreszeiten. Im Winter ist der SW der wärmste Wind, und der kälteste liegt näher an NO als an N; aber in dieser Jahreszeit ist auch der Einfluß der bei feuchten Westwinden entstehenden Bewölkung auf die Temperaturerhöhung am größten, durch sie wird die lebhafte Strahlung und damit die Erkaltung vermindert; sämmtliche Westwinde haben daher vorzugsweise in dieser Jahreszeit eine ungewöhnlich hohe Temperatur, und da nicht alle Aufzeichnungen der Windfahne vollkommen mit der Richtung des wahren Windes zusammentreffen, so wird es häufig geschehen, daß wir in den Tagebüchern Westwind für Südwestwind finden. Aus diesem Grunde entfernt sich der wärmste Wind so sehr von Süden und die mittlere Temperatur rückt mehr nach Norden. Es kommt zu dem Gesagten noch der bereits erwähnte Umstand [77]), daß unter Orten von derselben Breite die im Innern des Landes liegenden weit kältere Winter haben, als die am Meere befindlichen, und daher die große Kälte der östlichen Winde im Winter.

Im Sommer muß nothwendig das Gegentheil erfolgen; da die westlichen Winde zur Bewölkung des Himmels weit mehr beitragen, als die östlichen, und da die am Meere liegenden Orte zu dieser Jahreszeit eine geringere Temperatur haben, als Orte von derselben Polhöhe im Innern des Landes, so werden die östlichen Winde weit wärmer seyn, als die westlichen, daher liegt der wärmste Wind alsdann bei SO, der kälteste bei NW; die beiden Winde, bei denen die Wärme auf dem Mittel steht, fallen fast mit NO und SW zusammen. Dove glaubt, daß diese hohe Temperatur des SO Windes im Sommer nur in der Nähe des Bodens Statt finde, sich aber nicht durch die ganze Atmosphäre erstrecke, und er stützt sich bei dieser Behauptung theils auf den in der Folge zu betrachtenden Einfluß der Winde auf die Angaben des Barometers, theils auf die Beobachtungen, die im Julius auf dem St. Bernhard angestellt wurden, indem diesen zufolge

77) Bd. I. S. 134.

das Thermometer bei SW Winden bedeutend höher steht, als bei NO Winden [78]). Der letztere Umstand beweist jedoch wenig, da auf dem St. Bernhard wegen der Richtung des Thales fast nur die gedachten beiden Winde wehen, wir haben hier also nur einen Gegensatz zwischen nördlichen und südlichen Winden; der heiße Luftstrom der Sahara, welcher jetzt in den oberen Schichten der Atmosphäre mit größter Stärke weht, wird nun am meisten dazu beitragen, die Wärme der südlichen Winde zu erhöhen. Da sich diese hohe Temperatur des SO Windes an sämmtlichen Orten von London bis Moscau auf dieselbe Art zeigt, so müssen wir die Erscheinung als eine allgemeine ansehen und den erwähnten Gang des Barometers auf eine andere Art zu erklären suchen.

Der Unterschied zwischen den Extremen ist nicht das ganze Jahr hindurch gleich; im Winter ist er mehr als doppelt so groß als im Sommer, und in den übrigen Jahreszeiten hat er nahe die mittlere Größe. Im Winter aber nimmt die Temperatur bei Annäherung an die Pole weit schneller ab, und die Temperaturdifferenzen gleich weit entfernter Orte sind daher größer als im Sommer. Gesetzt, Paris bekäme im Sommer sowohl als im Winter einmal warme Luft von den canarischen Inseln, sodann von Christiania, und die Luft habe bei ihrer Ankunft in Paris genau die mittlere Temperatur der gedachten Jahreszeiten, so würde das Thermometer bei dem von Teneriffa kommenden S Winde auf 18°,1, bei dem von Christiania kommenden N Winde auf — 3°,7 stehen, die Differenz also 21°,8 betragen; im Sommer dagegen würde das Thermometer beim S Winde 24°,8, beim N Winde 15°,8 angeben, die Differenz nur bis zu 9°,0 steigen. Wenn auch die Luftmassen bei ihrer Fortbewegung durch verschiedene Breiten zum Theil schon auf dem Wege ihre Temperatur ändern, so wird doch dieser Gegensatz beider Jahreszeiten stets fortbestehen müssen.

Ob übrigens der Unterschied zwischen den Temperaturen bei nördlichen und südlichen Winden an allen Orten von einerlei Breite gleich sey, läßt sich bis jetzt noch nicht bestimmen. Die obigen Thatsachen scheinen darauf zu deuten, daß er im Innern

---

78) Poggendorff's Annalen XI, 576.

von Europa größer sey, als an der Küste, wenigstens beträgt die jährliche Differenz in London, Paris und Hamburg im Mittel nur 3°,10; sie steigt in Ofen, Moscau und Stockholm aber bis zu 4°,68. Künftige Untersuchungen müssen zeigen, ob dieser stärkere Einfluß der Winde im Innern des Continentes zufällig ist, oder nicht.

Es folgt aus dem Gesagten, daß die mittleren Temperaturen der einzelnen Jahreszeiten in verschiedenen Jahren sehr ungleich seyn werden, sobald das Verhalten der Winde nicht in ihnen dasselbe ist. Wehen in einem Winter die westlichen, in dem folgenden die östlichen Winde häufiger, als dieses im Mittel der Fall ist, so wird sich ersterer durch Milde, der zweite durch Strenge auszeichnen; den entgegengesetzten Einfluß werden diese beiden Winde auf die Wärme des Sommers haben. Schouw suchte in einer langen Beobachtungsreihe diejenigen Jahreszeiten auf, in denen die östlichen oder westlichen Winde in Copenhagen häufiger wehten, als im Mittel, und indem er zugleich ihre mittleren Temperaturen berechnete, erhielt er folgende Größen [79]:

	Westlich	Oestlich	Unterschied
Winter	0°,54	— 1°,56	— 2°,10
Frühling	6,40	6,05	— 0,35
Sommer	17,24	17,74	+ 0,50
Herbst	9,46	9,46	0,00

An den Ostküsten der beiden großen Continente müssen sich diese Verhältnisse etwas anders gestalten. In Europa sind die westlichen und südwestlichen Winde diejenigen, welche aus niedern Breiten kommen, während östliche und nordöstliche vom Pole herkommend, eine geringere Wärme mitbringen, als jene. Diese Temperaturdifferenz wird durch die Wärme vergrößert, welche bei der Entstehung oder dem Niederschlage der Dämpfe gebunden oder entbunden wird. Aus beiden Gründen ist die mittlere Temperatur der westlichen Winde höher, als die der östlichen. Der Ostküste von Nordamerica dagegen sind die westlichen Winde die Landwinde, bei ihnen erfolgt schnelle Verdunstung und die Temperatur sinkt, während die östlichen Winde Dämpfe mit sich

79) Schouw Klimatologie I, 71.

bringen, deren Wärme beim Niederschlage die Temperatur etwas erhöht. Daher fällt das Minimum der Temperatur auf die westliche Seite des Horizontes, während das Maximum nahe bei S liegt, wie dieses zweijährige Beobachtungen (1785—1786) von Williams zu Cambridge bei Boston zeigen, wornach wir folgende Größen erhalten:

N	5°,90	S	10°,85
NO	7,46	SW	10,78
O	7,82	W	6,67
SO	9,90	NW	5,63

Diese Größen lassen sich durch folgenden Ausdruck darstellen:

$$T_n = 8°,090 + 2°,662 \sin(n . 45° + 278° 40')$$
$$+ 0°,824 \sin(n . 90° + 45° 2')$$

Das Minimum liegt bei N 39° W und ist 5°,32, das Maximum bei S 9° W und ist 11°,35, der Unterschied beträgt mithin 6°,03. Die mittlere Temperatur der östlichen Winde ist 8°,28, die der westlichen 7°,69; in Europa dagegen ist die mittlere Temperatur der östlichen Winde 8°,69, die der westlichen 9°,22. Auch in Nordamerica ist die Richtung des kältesten oder wärmsten Windes von den Jahreszeiten abhängig. So wie sich in Europa im Winter die Seewinde durch eine ungewöhnlich hohe, die Landwinde durch eine ungewöhnlich niedrige Temperatur auszeichnen, so auch hier; um jedoch diese Verhältnisse mit Schärfe zu fixiren, sind zweijährige Beobachtungen an einem einzigen Orte nicht hinreichend.

Von der Ostküste Asiens besitze ich nur Aufzeichnungen, welche Amiot 6 Jahre hindurch (1757—62) zu Peking mit einem Reaumürschen Weingeistthermometer anstellte [81]). Diese geben folgende Größen:

N	6°,52 Reaum. Weing.	S	12°,90
NO	6,98	SW	12,28
O	8,98	W	8,20
SO	15,71	NW	5,86

81) Mém. présentés VI, 519.

Wenn auch diese Größen wegen Unvollkommenheit des Instrumentes vieles zu wünschen übrig lassen, so zeigen sie uns doch genügend, daß auch hier völlig ähnliche Verhältnisse Statt finden, als in Nord-America.

Es ist sehr zu wünschen, daß man diese Einwirkung der Winde auf die Temperatur an recht vielen Orten genau untersuche, damit man im Stande sey, den oft mehr im Allgemeinen angenommenen als durch genauere Untersuchungen erwiesenen Einfluß von Gebirgen, Wäldern, u. s. w. auf die Wärme eines Ortes kennen zu lernen. Gewiß aber ist es, daß die in den obigen Tafeln gegebenen Größen nicht die bedeutende Differenz zeigen, welche sie uns zeigen würden, wofern der Boden nicht eine große Einwirkung auf die Wärme der Luft hätte. Erhebt sich ein Nordwind nach einem Südwinde, dann findet derselbe warme Luftmassen, die er aus der Stelle vertreiben muß, seine Temperatur wird anfänglich viel höher seyn, als diejenige, welche er ohne diesen Umstand haben würde; findet namentlich im Winter bei diesem Nordwinde eine schnelle Condensation der Dämpfe Statt, dann wird hiedurch die Strahlung verhindert, und die Temperatur kann sogar etwas steigen, wenn der Himmel bei dem vorherrschenden Südwinde heiter war. Wenn aber der Feuchtigkeitszustand der Luft und dadurch die Wärmestrahlung gemeinsam mit dem Winde dahin wirken, der Atmosphäre eine sehr hohe oder niedrige Temperatur zu geben, dann ändert sich das Thermometer mit der Windrichtung sehr schnell. Im Innern der Continente bemerkt man diesen Wechsel sehr auffallend. Schon in Ungarn beklagt man sich über diesen schnellen Wechsel in der Luftwärme [81]); noch mehr ist dieses im Innern Asiens der Fall. Wenn sich in Persien schnell Nord- oder Südwinde erheben, so ändert sich bei der großen Heiterkeit des Himmels die Wärme sehr schnell. So ist der vom Elburs kommende NW Wind (Baud - e - Cauoâsân) in diesem Lande, namentlich in Teheran durch seine Kälte berüchtigt; Malcolm sah das Thermometer am 3ten Junius 1810 Mittags noch auf 33° (92° F.) stehen; als sich aber um 8 Uhr Abends der NW-Wind erhob, wurde es plötzlich kalt und das Thermometer sank

81) Wahlenberg Flora Carp. p. XCVII sqq.

	Oestlicher Horizont	Westlicher Horizont
Jahr	S 85° O	N 77° W
Winter	S 58 O	N 56 W
Frühling	S 84 O	N 72 W
Sommer	N 49 O	S 43 W
Herbst	N 89 O	N 81 W

Da das dritte Glied der obigen Ausdrücke sehr klein ist, so läß Dove dieses weg, indem er glaubt, daß das erste und zweit Glied schon eine hinreichende Annäherung an die Wahrhe geben[75]; dann liegen offenbar der kälteste und der wärmst Wind einander diametral entgegen; die Linie, welche beide ver bindet, nennt er den meteorologischen Meridian, un dieser bildet in Paris mit dem astronomischen Meridiane eine Winkel von 17° [76]. Da jedoch noch bei dem Mittel aller obige Beobachtungen das dritte Glied der Formel einen ziemlich große Werth behält, so glaube ich dasselbe nicht weglassen zu dürfen die berechneten Lagen des kältesten und wärmsten Windes zeigen daß diese Punkte keinesweges diametral entgegengesetzt sind; die i der Folge zu betrachtende Biegung der Isothermen macht e wenig wahrscheinlich, daß man durch eine weit größere Meng von Beobachtungen einen solchen Gegensatz finden wird.

Was uns schon die einzelnen Orte zeigten, das geht auc aus diesem allgemeinen Mittel hervor, der kälteste und wärmst Wind fallen nicht mit N und S zusammen, jener liegt zwische N und O, dieser zwischen S und W; die Ursache dieser Diff renz liegt darin, daß auf der östlichen Seite sämmtlicher Or ein ausgedehntes Festland, auf ihrer westlichen ein großes Me liegt. Wirkte hiebei blos die Temperatur trockener Luft, dan würden reine Nord- und Südwinde die kältesten und wärmste seyn, aber die Landwinde sind trocken, Wasser kann bei ihn leicht verdunsten, und daher erfolgt eine schwache Temperatu depression; kommen dagegen die feuchten Seewinde, dann wi die Verdunstung und damit die Erkaltung geringer, ja durch d frei gewordene Wärme des niedergeschlagenen Dampfes wird d

76) Poggendorff's Annalen XI, 578.

76) l. l. S. 586.

An eben jenem Tage, wo Elphinstone am Morgen eine so niedrige Temperatur gefunden hatte, stand das Thermometer um 0 Uhr auf 14°,5, und um Mittag auf 21°,1. Im Innern Africas erreicht vor dem Anfange der Regenzeit das Thermometer zuweilen einen Stand von 50°, und selbst im Mittel hat es in Kouka im April und Mai um 3 Uhr eine Höhe von etwa 40°.

Weit geringer sind diese Oscillationen auf dem hohen Meere, wo der Dampf die starke Zunahme und die große Depression der Wärme verhindert.

Ich will in den folgenden Tafeln einige der höchsten und niedrigsten beobachteten Temperaturen hauptsächlich nach Arago[89]), Schön[90]) und Cotte[91]) geben; es sind die mitgetheilten Größen die in einer längern Reihe von Jahren gefundenen Extreme. Es scheint zur Vergleichung der Klimate jedoch zweckmäßiger, das Mittel der höchsten und niedrigsten in einer langen Reihe von Jahren gefundenen Stände zu nehmen, wie dieses Bergmann gethan hat[92]).

Maxima der Temperatur auf dem Lande.

Ort	Breite	Maxima der Temper.	Beobachter	Quelle
Aequator	0° 0′	38°,4	Humboldt	Ar.
Surinam	5. 38 N	32,3	Humboldt	Ar.
Pondicheri	11. 55 N	44,7	le Gentil	Ar.
Madras	13. 13 N	40,0	Roxburgh	Ar.
Beit=el=Fakih	14. 31 N	38,1	Niebuhr	Ar.
Martinique	14. 35 N	35,0	Chanvalon	Ar.
Manilla	14. 36 N	43,7	le Gentil	Ar.
Antongil (Madagascar)	15. 27 S	45,0	le Gentil	Ar.
Guadeloupe	15. 59 N	38,4	le Gaur	Ar.
Veracruz	19. 12 N	35,6	Orta	Ar.
Ile de France	20. 9 S	32,6	Cossigny	Ar.
Philac (Aegypten)	24. 0 N	43,1	Coutelle	Ar.
Cairo	30. 12 N	40,2	Coutelle	Ar.
Bassora	30. 45 N	45,3	Beauchamp	Ar.
Paramatta (Neu=Holl.)	33. 49 S	41,1	Brisbane	Ar.
Vorgeb. d. gut. Hoffnung	33. 55 S	43,7	la Caille	Ar.
Rom	41. 59 N	31,3	Calandrelli	Sch.

89) Annales de chimie XXVII, 423.
90) Schön Witterungskunde Tafel VII.
91) Cotté Mém. Bd. II.
92) Bergmann phys. Beschr. d. Erdk. II, 108. §. 139.

das Thermometer bei SW Winden bedeutend höher steht, als bei NO Winden [78]). Der letztere Umstand beweist jedoch wenig, da auf dem St. Bernhard wegen der Richtung des Thales fast nur die gedachten beiden Winde wehen, wir haben hier also nur einen Gegensatz zwischen nördlichen und südlichen Winden; der heiße Luftstrom der Sahara, welcher jetzt in den oberen Schichten der Atmosphäre mit größter Stärke weht, wird nun am meisten dazu beitragen, die Wärme der südlichen Winde zu erhöhen. Da sich diese hohe Temperatur des SO Windes an sämmtlichen Orten von London bis Moscau auf dieselbe Art zeigt, so müssen wir die Erscheinung als eine allgemeine ansehen und den erwähnten Gang des Barometers auf eine andere Art zu erklären suchen.

Der Unterschied zwischen den Extremen ist nicht das ganze Jahr hindurch gleich, im Winter ist er mehr als doppelt so groß als im Sommer, und in den übrigen Jahreszeiten hat er nahe die mittlere Größe. Im Winter aber nimmt die Temperatur bei Annäherung an die Pole weit schneller ab, und die Temperaturdifferenzen gleich weit entfernter Orte sind daher größer als im Sommer. Gesetzt, Paris bekäme im Sommer sowohl als im Winter einmal warme Luft von den canarischen Inseln, sodann von Christiania, und die Luft habe bei ihrer Ankunft in Paris genau die mittlere Temperatur der gedachten Jahreszeiten, so würde das Thermometer bei dem von Teneriffa kommenden S Winde auf 18°,1, bei dem von Christiania kommenden N Winde auf — 3°,7 stehen, die Differenz also 21°,8 betragen; im Sommer dagegen würde das Thermometer beim S Winde 24°,8, beim N Winde 15°,8 angeben, die Differenz nur bis zu 9°,0 steigen. Wenn auch die Luftmassen bei ihrer Fortbewegung durch verschiedene Breiten zum Theil schon auf dem Wege ihre Temperatur ändern, so wird doch dieser Gegensatz beider Jahreszeiten stets fortbestehen müssen.

Ob übrigens der Unterschied zwischen den Temperaturen bei nördlichen und südlichen Winden an allen Orten von einerlei Breite gleich sey, läßt sich bis jetzt noch nicht bestimmen. Die obigen Thatsachen scheinen darauf zu deuten, daß er im Innern

78) Poggendorff's Annalen XI, 576.

	Breite	Temperatur	Beobachter
Atlantisches Meer	14° 54′ N	27°,5	Bayley
Süd-See	17. 46 S	28,9	Bayley
Atlantisches Meer	4. 5 N	28,3	Bayley
Atlantisches Meer	14. 50 N	28,6	Wales
Atlantisches Meer	11. 12 N	29,2	Wales
Atlantisches Meer	0	26,3	Lamanon
Atlantisches Meer	0. 58 S	27,2	Churruca
Atlantisches Meer	9. 16 N	28,4	Dentrecasteaux
Molucken-Meer	10. 42 S	30,6	Dentrecasteaux
Molucken-Meer	0. 3 S	29,7	Dentrecasteaux
Atlantisches Meer	0. 33 S	27,7	Perrins
Großer Ocean	0. 11 N	28,0	Humboldt
Großer Ocean	11. 14 N	30,0	Kotzebue
Atlantisches Meer	4. 21 N	27,8	John Davy
Atlantisches Meer	4. 43 N	27,5	Lamarche
Sunda-Meer	5. 38 N	29,4	Basil Hall
Chinesisches Meer	13. 29 N	29,1	Basil Hall
Indisches Meer	2. 10 N	28,1	John Davy
Atlantisches Meer	5. 38 S	29,1	Lamarche
Großer Ocean	20. 10 N	30,3	Kotzebue
Südsee	8. 55 S	30,0	Kotzebue
Atlantisches Meer	3. 48 N	28,8	Simonoff

Wir dürfen hieraus folgern, daß die Wärme auf dem hohen Meere und in großer Entfernung von dem Lande nie über 30° steigt, da noch die Frage bleibt, ob bei den wenigen Messungen, wo das Thermometer etwas höher stand, die Reverberation des Schiffes nicht einigen Einfluß gehabt habe.

Weit größere Differenzen als die Maxima der Temperatur zeigen uns die kleinsten Wärmegrade in verschiedenen Gegenden [95]). Da das Quecksilber bei — 39°,5 gefriert, so kann man annehmen, daß die Wärme an allen den Orten geringer als — 40° war, wo dasselbe zu einem festen Körper erstarrte. Ich will hier nach Arago [96]) die einzelnen Angaben über das Gefrieren des Quecksilbers zusammenstellen:

95) Bergmann Phys. Beschr. d. Erdk. II, 108.
96) Ann. de chim. XXVII, 424.

Ort	Breite	Länge (Paris)	Beobachter und Zeit
Jeniseisk	58°½ N	89°¾ O	Gmelin (December 1734)
Jakutsk	62 N	129¾ O	Delisle (1736) [97]
Fort Kirenga	57½ N	105¾ O	Gmelin (27 Novbr., 29 Decbr. 1737; 9 Januar 1738)
Bei Solikamsk	59 N	58 O	Gmelin (December 1742)
Sombio	ebend.	ebend.	Hellant (Januar 1780)
Bei Krasnojark	56½ N	91 O	Pallas (8—12 Dec. 1771, 5—9 Jan. 1772 u. 6, 7 u. 9 Dec. 1772)
Fort York (Hudsonsbai)	58 N	95 W	Hutchins (oft)
Fort Albany	52. 14 N	84⅔ W	Hutchins (zweimal im Winter 1774 bis 1775, dreimal im Winter von 1777 bis 1778 u. am 26sten Jan. 1782)
Wiegorsk	61 N	34 O	von Elterlein (4 Januar 1780)
Jemteland (Schweden)	63½ N	13 O	Törnsten (1sten Januar 1782)

Folgende Tafel enthält die kleinsten Thermometerstände an verschiedenen Orten:

	Breite	Temper.	Beobachter	Quelle
Surinam	5° 38 S	21°,3		Cotte
Pondicheri	11. 42 N	21,6	Cossigny	Cotte
Madras	13. 45 N	17,3		Cotte
Martinique	14. 35 N	17,1	Chanvalon	Cotte
Manilla	14. 36 N	16,9	le Gentil	Cotte
Antongil (Madag.)	15. 27 S	20,0	le Gentil	Cotte
la Guadeloupe	15. 59 N	19,4	le Gaux	Cotte
Ile de France	20. 10 S	17,9	Cossigny	Cotte
Cairo	30. 2 N	9,1	Niebuhr	Cotte
Bagdad	33. 21 N	— 5,0	Beauchamp	Cotte
Vorgeb. d. gut. Hoffn.	33. 55 S	5,6	la Caille	Cotte
Aleppo	36. 12 N	4,4	Russel	Cotte
Algier	36. 40 N	12,5	Taitebout	Cotte
Rom	41. 59 N	— 5,0	Calandrelli	Schön
Cambridge (N A.)	42. 25 N	— 24,4	Williams	Schön
Padua	45. 18 N	— 15,6	Toaldo	Schön
la Rochelle	46. 9 N	— 16,5	Seignette	Schön
Wien	48. 12 N	— 21,9		Schön
Paris	48. 50 N	— 23,5		Arago
Prag	50. 5 N	— 27,5	Strnadt	Schön
London	51. 31 N	— 8,3	Königl. Soc.	Schön
Berlin	52. 33 N	— 29,7	Beguelin	Schön
Cumberland House	4 N	— 42,2	Franklin	Arago
Copenhagen	55. 41 N	— 17,8	Bugge	Schön
Moscau	55. 45 N	— 38,8	Stritter	Schön

Main

97) In dem Barometer, welches de l'Isle de la Croyere besaß und Gmelin zeigte, war das Quecksilber offenbar gefroren, obgleich letzterer diese Erklärung verwarf. Jener scheint also das Gefrieren des Quecksilbers zuerst beobachtet zu haben. Arago l. l.

	Breite	Temper.	Beobachter	Quelle
Nain	57° 0 N	—33°,6	de la Trobe	Cotte
Stockholm	59. 20 N	—26,9	Nicander	Schön
Spydberg	59. 30 N	—28,8	Wilse	Schön
Petersburg	59. 56 N	—34,0	Euler	Schön
Fort Enterprise	64½ N	—49,7	Franklin	Arago
Winter-Island	66⅓ N	—38,6	Parry	Ar.
Inglooliik-Insel	69⅓ N	—42,8	Parry	Ar.

luch in dieser Tafel ist der Einfluß, welchen die Nachbarschaft des Meeres auf die Temperatur äußert, nicht zu verennen; denn Orte, welche in der Nähe desselben liegen, aben nicht so tief liegende Temperaturen, als die im Innern es Landes.

Als wir im zweiten Abschnitte den Gang der Wärme im aufe des Jahres untersuchten, so zeigten die Orte in sehr unleichen Breiten ziemlich übereinstimmende Gesetze; vom Januar is zum Julius und von dieser Zeit bis zum Winter änderte sich ie Temperatur sehr regelmäßig. Sollten aber die beobachteten nd berechneten Größen wenig von einander abweichen, so war ine langjährige Reihe von Beobachtungen erforderlich, weil die Inomalieen einzelner Jahre sonst einen zu großen Einfluß erhielten. Zeigten sich diese unregelmäßigen Oscillationen schon bei einem Zeitabschnitte von 30 Tagen, so müssen sie noch weit auffallender ervortreten, wenn wir die Temperature einzelner Tage bestimmen. Die Temperaturcurve, bei welchen kleinere Abschnitte ines Monates als Abscissen angesehen werden, ist weit unregelmäßiger, als die für das ganze Jahr gültige. Besitzt man Beobachtungen, die eine hinreichende Zahl von Jahren angestellt sind, ann zeigen die Mittel zehntägiger Temperaturen eine ziemlich egelmäßige Krümmung der Curve zwischen Januar und Julius; aber schon bei den Mitteln fünftägiger Beobachtungen treten die Inomalieen auffallend hervor. W. Brandes hat diesen Geenstand zuerst näher untersucht und die Mittel fünftägiger Beobachtungen an verschiedenen Orten verglichen [98]). Die Orte, n denen er diese Vergleichung vorgenommen hat, sind folgende:) Petersburg nach neunjährigen (1783—86, 1788—92) eobachtungen; 2) Stockholm nach funfzigjährigen Beobachtungen

98) Brandes Beiträge S. 1.

bringen, deren Wärme beim Niederschlage die Temperatur etwas erhöht. Daher fällt das Minimum der Temperatur auf die westliche Seite des Horizontes, während das Maximum nahe bei S liegt, wie dieses zweijährige Beobachtungen (1785—1786) von Williams zu Cambridge bei Boston zeigen, wornach wir folgende Größen erhalten:

N	5°,90	S	10°,85
NO	7,46	SW	10,78
O	7,82	W	6,67
SO	9,90	NW	5,63

Diese Größen lassen sich durch folgenden Ausdruck darstellen:

$$T_n = 8°,090 + 2°,662 \sin(n \cdot 45° + 278° 40') + 0°,824 \sin(n \cdot 90° + 43° 2')$$

Das Minimum liegt bei N 39° W und ist 5°,32, das Maximum bei S 9° W und ist 11°,35, der Unterschied beträgt mithin 6°,03. Die mittlere Temperatur der östlichen Winde ist 8°,28, die der westlichen 7°,69; in Europa dagegen ist die mittlere Temperatur der östlichen Winde 8°,69, die der westlichen 9°,22. Auch in Nordamerica ist die Richtung des kältesten oder wärmsten Windes von den Jahreszeiten abhängig. So wie sich in Europa im Winter die Seewinde durch eine ungewöhnlich hohe, die Landwinde durch eine ungewöhnlich niedrige Temperatur auszeichnen, so auch hier; um jedoch diese Verhältnisse mit Schärfe zu fixiren, sind zweijährige Beobachtungen an einem einzigen Orte nicht hinreichend.

Von der Ostküste Asiens besitze ich nur Aufzeichnungen, welche Amiot 6 Jahre hindurch (1757—62) zu Peking mit einem Reaumürschen Weingeistthermometer anstellte [80]. Diese geben folgende Größen:

N	6°,52 Reaum. Weing.	S	12°,90
NO	6,98	SW	12,28
O	8,98	W	8,20
SO	15,71	NW	5,86

81) Mém. présentés VI, 519.

Wenn auch diese Größen wegen Unvollkommenheit des Instrumentes vieles zu wünschen übrig lassen, so zeigen sie uns doch genügend, daß auch hier völlig ähnliche Verhältnisse Statt finden, als in Nord-America.

Es ist sehr zu wünschen, daß man diese Einwirkung der Winde auf die Temperatur an recht vielen Orten genau untersuche, damit man im Stande sey, den oft mehr im Allgemeinen angenommenen als durch genauere Untersuchungen erwiesenen Einfluß von Gebirgen, Wäldern, u. s. w. auf die Wärme eines Ortes kennen zu lernen. Gewiß aber ist es, daß die in den obigen Tafeln gegebenen Größen nicht die bedeutende Differenz zeigen, welche sie uns zeigen würden, wofern der Boden nicht eine große Einwirkung auf die Wärme der Luft hätte. Erhebt sich ein Nordwind nach einem Südwinde, dann findet derselbe warme Luftmassen, die er aus der Stelle vertreiben muß, seine Temperatur wird anfänglich viel höher seyn, als diejenige, welche er ohne diesen Umstand haben würde; findet namentlich im Winter bei diesem Nordwinde eine schnelle Condensation der Dämpfe Statt, dann wird hiedurch die Strahlung verhindert, und die Temperatur kann sogar etwas steigen, wenn der Himmel bei dem vorherrschenden Südwinde heiter war. Wenn aber der Feuchtigkeitszustand der Luft und dadurch die Wärmestrahlung gemeinsam mit dem Winde dahin wirken, der Atmosphäre eine sehr hohe oder niedrige Temperatur zu geben, dann ändert sich das Thermometer mit der Windrichtung sehr schnell. Im Innern der Continente bemerkt man diesen Wechsel sehr auffallend. Schon in Ungarn beklagt man sich über diesen schnellen Wechsel in der Luftwärme[81]); noch mehr ist dieses im Innern Asiens der Fall. Wenn sich in Persien schnell Nord- oder Südwinde erheben, so ändert sich bei der großen Heiterkeit des Himmels die Wärme sehr schnell. So ist der vom Elburs kommende NW Wind (Baud - e - Caucásán) in diesem Lande, namentlich in Teheran durch seine Kälte berüchtigt; Malcolm sah das Thermometer am 3ten Junius 1810 Mittags noch auf 33° (92° F.) stehen; als sich aber um 8 Uhr Abends der NW-Wind erhob, wurde es plötzlich kalt und das Thermometer sank

81) Wahlenberg Flora Carp. p. XCVII sqq.

fast bis zum Gefrierpunkte [82]. Eben diese durch Wärmestrahlung begünstigte Kälte finden wir schon im Alterthume von Mesopotamien erwähnt. So sagt Jacob zu Laban: „des Tages verschmachte ich vor Hitze und des Nachts vor Frost" [83]).

Selbst in der durch ihre große Hitze berüchtigten africanischen Wüste kann unter diesen Umständen eine sehr niedrige Temperatur beobachtet werden. Als Clapperton von Kouka in Bornu nach Sackatoo reiste, so bemerkte er Morgens am 27sten December 1823 auf einer weiten Ebene, daß im Wasser Eisstückchen schwammen, und die Wasserschläuche waren so hart gefroren als ein Brett; man vergaß den Stand des Thermometers aufzuzeichnen, am folgenden Tage stand es beim Aufgange der Sonne auf 7°,2, am 31sten December auf 5°,6 [84]). Eben so fanden Ehrenberg und Hemprich in Dongola unter 19° N beim Nordwinde eine solche Kälte, daß das Thermometer im December bis auf 3°,1 sank [85]), ja man hat in dieser Gegend Beispiele, daß die stehenden Wasserstellen in den Wüsten sich mit einer zolldicken Eisrinde bedeckten [86]). Auf dem Wege von Cosseir am rothen Meere nach dem Nilthale beobachtete Elphinstone am 2ten Januar 1828 auf einer mit Sand und kleinen Steinen bedeckten Ebene beim Aufgange der Sonne eine Temperatur von 1°,7 [87]). Wenn demnach im Winter, besonders während der Nacht, Südwinde aus der Wüste nach dem Delta des Nils wehen, so ist ihre Wärme geringer als die der vom Meere kommenden Nordwinde, und Abd-Allatif erwähnt daher die große Kälte der Südwinde im Winter als eine Merkwürdigkeit Aegyptens [88]).

Wenn aber in eben diesen Gegenden die hochstehende Sonne kräftig auf den Sandboden wirkt, welcher seiner Natur nach gut strahlt und schlecht leitet, dann steigt die Temperatur sehr schnell.

---

82) Malcolm history of Persia II, 509.

83) 1 Buch Mose XXXI, 40.

84) Denham Narrative im Journey from Kouka to Sackatoo p. 10, 14 u. s. w.

85) Humboldt über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit S. 9.

86) Rüppell Reisen S. 72.

87) Das Ausland 1829. No. 18. S. 72.

88) Abd-Allatif rel. de l'Eg. ed. Saey S. 6.

An eben jenem Tage, wo Elphinstone am Morgen eine so niedrige Temperatur gefunden hatte, stand das Thermometer um 10 Uhr auf 14°,5, und um Mittag auf 21°,1. Im Innern Africas erreicht vor dem Anfange der Regenzeit das Thermometer zuweilen einen Stand von 50°, und selbst im Mittel hat es in Kouka im April und Mai um 3 Uhr eine Höhe von etwa 40°.

Weit geringer sind diese Oscillationen auf dem hohen Meere, wo der Dampf die starke Zunahme und die große Depression der Wärme verhindert.

Ich will in den folgenden Tafeln einige der höchsten und niedrigsten beobachteten Temperaturen hauptsächlich nach Arago [89]), Schön [90]) und Cotte [91]) geben; es sind die mitgetheilten Größen die in einer längern Reihe von Jahren gefundenen Extreme. Es scheint zur Vergleichung der Klimate jedoch zweckmäßiger, das Mittel der höchsten und niedrigsten in einer langen Reihe von Jahren gefundenen Stände zu nehmen, wie dieses Bergmann gethan hat [92]).

Maxima der Temperatur auf dem Lande.

Ort	Breite	Maxima der Temper.	Beobachter	Quelle
Aequator	0° 0′	38°,4	Humboldt	Ar.
Surinam	5. 38 N	32,3	Humboldt	Ar.
Pondichery	11. 55 N	44,7	le Gentil	Ar.
Madras	13. 13 N	40,0	Roxburgh	Ar.
Beit-el-Fakih	14. 31 N	38,1	Niebuhr	Ar.
Martinique	14. 35 N	35,0	Chanvalon	Ar.
Manilla	14. 36 N	43,7	le Gentil	Ar.
Antongil (Madagascar)	15. 27 S	45,0	le Gentil	Ar.
Guadeloupe	15. 59 N	38,4	le Gour	Ar.
Veracruz	19. 12 N	35,6	Orta	Ar.
Isle de France	20. 9 S	32,6	Cossigny	Ar.
Philae (Aegypten)	24. 0 N	43,1	Coutelle	Ar.
Cairo	30. 12 N	40,2	Coutelle	Ar.
Bassora	30. 46 N	46,3	Beauchamp	Ar.
Paramatta (Neu-Holl.)	33. 49 S	41,1	Brisbane	Ar.
Vorgeb. d. gut. Hoffnung	33. 55 S	43,7	la Caille	Ar.
Rom	41. 59 N	31,3	Calandrelli	Sch.

89) Annales de chimie XXVII, 423.
90) Schön Witterungskunde Tafel VII.
91) Cotte Mém. Bd. II.
92) Bergmann phys. Beschr. d. Erdk. II, 108. §. 139.

Ort	Breite	Maxima der Temper.	Beobachter	Quelle
Cambridge (Nord-Amer.)	42° 25 N	33°,5	Williams	Sch.
Padua	45. 24 N	36,8	Toaldo	Sch.
la Rochelle	46. 9 N	34,4	Seignette	Sch.
Wien	48. 12 N	35,9	Brequin	Ar.
Strasburg	48. 35 N	36,9	Herrenschneider	Ar.
Paris	48. 50 N	38,4		Ar.
Prag	50. 5 N	35,4	Strnadt	Sch.
Warschau	52. 14 N	33,8	Delisle	Ar.
Berlin	52. 33 N	35,0	Beguelin	Sch.
Franecker	52. 36 N	34,0	van Swinden	Ar.
Nord-America	55. 0 N	30,5	Franklin (Reise)	Ar.
Copenhagen	55. 41 N	33,7	Bugge	Ar.
Moscau	55. 45 N	32,0	Stritter	Sch.
Nain (Labrador)	57. 0 N	27,8	de la Trobe	Ar.
Stockholm	59. 20 N	34,4	Ronnow	Ar.
Spydberg (Norwegen)	59. 30 N	30,9	Wilse	Sch.
Petersburg	59. 56 N	33,4	Euler	Sch.
Abo	60. 27 N	34,2	Leche	Ar.
Eyafiord (Island)	66. 30 N	20,9	van Scheels	Ar.
Hindoen (Norwegen)	68. 30 N	25,0	Schytte	Ar.
Melville's Insel	74. 45 N	15,6	Parry	Ar.

Wie man aus dieser Tafel ersieht, sind die Maxima der Temperatur im Innern des Landes in hohen Breiten noch fast eben so groß als am Aequator, und die Physiker, welche nur die Temperaturextreme verglichen, glaubten daher einen allgemeinen Sommer annehmen zu dürfen, indem sie vermutheten, daß die Monate Junius, Julius und August allenthalben einerlei mittlere Temperaturen hätten, was jedoch nicht durch die Erfahrung bestätigt wird [93]). De Luc, welcher bei der Vergleichung der Klimate die Extreme verglich, machte jedoch bereits auf den Umstand aufmerksam, daß die niederen Breiten sich von unsern Gegenden nicht sowohl durch die Intensität als vielmehr durch die Dauer der Wärme unterschieden, und daß das Maximum der Wärme auf dem hohen Meere weit geringer sey, als auf dem Lande [94]). Dieses wird auch durch folgende von Arago gemachte Zusammenstellung bestätigt:

93) Arago in Ann. de Chimie XXVII, 425.

94) de Luc Modif. de l'atm. I, 200. §. 207.

	Breite	Temperatur	Beobachter
Atlantisches Meer	14° 54′ N	27°,5	Bayley
Süd-See	17. 46 S	28,9	Bayley
Atlantisches Meer	4. 5 N	28,3	Bayley
Atlantisches Meer	14. 50 N	28,6	Wales
Atlantisches Meer	11. 12 N	29,2	Wales
Atlantisches Meer	0	26,3	Lamanon
Atlantisches Meer	0. 58 S	27,2	Churruca
Atlantisches Meer	9. 16 N	28,4	Dentrecasteaux
Molucken-Meer	10. 42 S	30,6	Dentrecasteaux
Molucken-Meer	0. 3 S	29,7	Dentrecasteaux
Atlantisches Meer	0. 55 S	27,7	Perrins
Großer Ocean	0. 11 N	28,0	Humboldt
Großer Ocean	11. 14 N	30,0	Kotzebue
Atlantisches Meer	4. 21 N	27,8	John Davy
Atlantisches Meer	4. 43 N	27,5	Lamarche
Sunda-Meer	5. 38 N	29,4	Basil Hall
Chinesisches Meer	13. 29 N	29,1	Basil Hall
Indisches Meer	2. 10 N	28,1	John Davy
Atlantisches Meer	5. 38 S	29,1	Lamarche
Großer Ocean	20. 10 N	30,3	Kotzebue
Südsee	8. 55 S	30,0	Kotzebue
Atlantisches Meer	3. 48 N	28,8	Simonoff

Wir dürfen hieraus folgern, daß die Wärme auf dem hohen Meere und in großer Entfernung von dem Lande nie über 30° steigt, da noch die Frage bleibt, ob bei den wenigen Messungen, wo das Thermometer etwas höher stand, die Reverberation des Schiffes nicht einigen Einfluß gehabt habe.

Weit größere Differenzen als die Maxima der Temperatur zeigen uns die kleinsten Wärmegrade in verschiedenen Gegenden [95]. Da das Quecksilber bei — 39°,5 gefriert, so kann man annehmen, daß die Wärme an allen den Orten geringer als — 40° war, wo dasselbe zu einem festen Körper erstarrte. Ich will hier nach Arago [96]) die einzelnen Angaben über das Gefrieren des Quecksilbers zusammenstellen:

95) Bergmann Phys. Beschr. d. Erdk. II, 108.
96) Ann. de chim. XXVII, 424.

Ort	Breite	Länge (Paris)	Beobachter und Zeit
Jeniseisk	58° ½ N	89° ½ O	Gmelin (December 1734)
Jakutsk	62 N	129¾ O	Delisle (1736) 97)
Fort Kirenga	57¾ N	105½ O	Gmelin (27 Novbr., 29 Decbr. 1737; 9 Januar 1738)
Bei Solikamsk	59 N	58 O	Gmelin (December 1742)
Sombio	ebend.	ebend.	Hellant (Januar 1780)
Bei Krasnojarsk	56¼ N	91 O	Pallas (8—12 Dec. 1771, 5—9 Jan. 1772 u. 6, 7 u. 9 Dec. 1772)
Fort York (Hudsonsbai)	58 N	95 W	Hutchins (oft)
Fort Albany	52. 14 N	84¾ W	Hutchins (zweimal im Winter 1774 bis 1775, dreimal im Winter von 1777 bis 1778 u. am 26sten Jan. 1782)
Wiegorsk	61 N	34 O	von Elterlein (4 Januar 1780)
Jemteland (Schweden)	63½ N	13 O	Törnsten (1sten Januar 1782)

Folgende Tafel enthält die kleinsten Thermometerstände an verschiedenen Orten:

	Breite	Temper.	Beobachter	Quelle
Surinam	5° 38 S	21°,3		Cotte
Pondicheri	11. 42 N	21,6	Cossigny	Cotte
Madras	13. 45 N	17,3		Cotte
Martinique	14. 35 N	17,1	Chanvalon	Cotte
Manilla	14. 36 N	16,9	le Gentil	Cotte
Antongil (Madag.)	15. 27 S	20,0	le Gentil	Cotte
la Guadeloupe	15. 59 N	19,4	le Gaux	Cotte
Ile de France	20. 10 S	17,9	Cossigny	Cotte
Cairo	30. 2 N	9,1	Niebuhr	Cotte
Bagdad	33. 21 N	— 5,0	Beauchamp	Cotte
Vorgeb. d. gut. Hoffn.	33. 55 S	5,6	la Caille	Cotte
Aleppo	36. 12 N	4,4	Russel	Cotte
Algier	36. 40 N	12,5	Taitebout	Cotte
Rom	41. 59 N	— 5,0	Calandrelli	Schön
Cambridge (N. A.)	42. 25 N	— 24,4	Williams	Schön
Padua	45. 18 N	— 15,6	Toaldo	Schön
la Rochelle	46. 9 N	— 16,5	Seignette	Schön
Wien	48. 12 N	— 21,9		Schön
Paris	48. 50 N	— 23,5		Arago
Prag	50. 5 N	— 27,5	Strnadt	Schön
London	51. 31 N	— 8,3	Königl. Soc.	Schön
Berlin	52. 33 N	— 29,7	Beguelin	Schön
Cumberland House	4. N	— 42,2	Franklin	Arago
Copenhagen	55. 41 N	— 17,8	Bugge	Schön
Moscau	55. 45 N	— 38,8	Stritter	Schön

Nain

97) In dem Barometer, welches de l'Isle de la Croyere besaß und Gmelin zeigte, war das Quecksilber offenbar gefroren, obgleich letzterer diese Erklärung verwarf. Jener scheint also das Gefrieren des Quecksilbers zuerst beobachtet zu haben. Arago l. l.

	Breite	Temper.	Beobachter	Quelle
Nain	57° 0 N	—33°,6	de la Trobe	Cotte
Stockholm	59. 20 N	—26,9	Nicander	Schön
Spydberg	59. 30 N	—28,8	Wilse	Schön
Petersburg	59. 56 N	—34,0	Euler	Schön
Fort Enterprise	64½ N	—49,7	Franklin	Arago
Winter-Island	66⅓ N	—38,6	Parry	Ar.
Igloolik-Insel	69⅓ N	—42,8	Parry	Ar.

Auch in dieser Tafel ist der Einfluß, welchen die Nachbarschaft des Meeres auf die Temperatur äußert, nicht zu verkennen; denn Orte, welche in der Nähe desselben liegen, haben nicht so tief liegende Temperaturen, als die im Innern des Landes.

Als wir im zweiten Abschnitte den Gang der Wärme im Laufe des Jahres untersuchten, so zeigten die Orte in sehr ungleichen Breiten ziemlich übereinstimmende Gesetze; vom Januar bis zum Julius und von dieser Zeit bis zum Winter änderte sich die Temperatur sehr regelmäßig. Sollten aber die beobachteten und berechneten Größen wenig von einander abweichen, so war eine langjährige Reihe von Beobachtungen erforderlich, weil die Anomalieen einzelner Jahre sonst einen zu großen Einfluß erhielten. Zeigten sich diese unregelmäßigen Oscillationen schon bei einem Zeitabschnitte von 30 Tagen, so müssen sie noch weit auffallender hervortreten, wenn wir die Temperature einzelner Tage bestimmen. Die Temperaturcurve, bei welchen kleinere Abschnitte eines Monates als Abscissen angesehen werden, ist weit unregelmäßiger, als die für das ganze Jahr gültige. Besitzt man Beobachtungen, die eine hinreichende Zahl von Jahren angestellt sind, dann zeigen die Mittel zehntägiger Temperaturen eine ziemlich regelmäßige Krümmung der Curve zwischen Januar und Julius; aber schon bei den Mitteln fünftägiger Beobachtungen treten die Anomalieen auffallend hervor. W. Brandes hat diesen Gegenstand zuerst näher untersucht und die Mittel fünftägiger Beobachtungen an verschiedenen Orten verglichen [98]). Die Orte, an denen er diese Vergleichung vorgenommen hat, sind folgende: 1) Petersburg nach neunjährigen (1783—86, 1788—92) Beobachtungen; 2) Stockholm nach funfzigjährigen Beobachtungen

98) Brandes Beiträge S. 1.

(1788—1807), berechnet von Öfverbom; 3) Cuxhaven nach zehnjährigen Beobachtungen (1788—98) von Woltmann; 4) Zwanenburg in Holland nach zwanzigjährigen Beobachtungen (1765—85); 5) London nach sechzehnjährigen Beobachtungen (1800—1815) in den Philosophical Transactions; 6) Mannheim nach zwölfjährigen Beobachtungen (1781—1792); 7) Wien nach 24jährigen Beobachtungen (1763—1786); 8) der St. Gotthard nach 10jährigen Beobachtungen (1782—86, 1788—92); 9) la Rochelle nach neunjährigen Beobachtungen 1782—90), und 10) Rom nach zehnjährigen Beobachtungen (1783—92). Diesen habe ich noch hinzugefügt die Mittel 24jähriger Beobachtungen (1799—1822) von Sommer zu Königsberg[99]), die Mittel 21jähriger Beobachtungen (1806—26) von Bouvard zu Paris[100]); die von Dr. Eisenlohr handschriftlich mitgetheilten Mittel 25jähriger Beobachtungen (1801—25) von Böckmann zu Carlsruhe, und endlich die Mittel 20jähriger Beobachtungen (1758—1777) von Meermann zu Frankfurt am Main[1]).

Die folgende Tafel enthält die mittleren Temperaturen sämmtlich in Graden des hunderttheiligen Thermometers.

---

99) Mitgetheilt von Bessel in Schumacher astron. Nachr. II, 25.

100) Mém. de l'Ac. des Sc. VII, 326.

1) Thilo über Peter Meermann's auf hiesiger Stadtbibliothek befindliche thermometrische Beob. und Berechn. z. Frankfurt 1821. Schulprogramm vom Herrn Verf. mir gütigst mitgetheilt.

	arlsruhe	Wien	Gotthard	Rom
Jan. 1—5	0,69	— 3,85	— 7,45	8,40
6—10	+ 0,25	— 4,20	— 7,75	7,02
11—15	+ 0,31	— 2,98	— 5,65	9,03
16—20	0,67	— 2,77	— 8,12	9,00
21—25	0,58	— 2,35	— 7,31	8,00
26—30	0,68	— 2,05	— 7,30	8,27
31—Febr.	1,83	— 3,55	— 8,78	7,86
Febr. 5—9	2,82	— 2,72	— 7,72	8,27
10—14	3,05	— 0,90	— 9,30	8,40
15—19	2,75	— 1,00	— 10,27	8,15
20—24	3,72	0,28	— 8,11	9,15
25—Mz	4,23	1,94	— 7,11	9,00
März 2—6	4,67	2,00	— 7,39	10,05
7—11	4,34	2,32	— 7,75	10,65
12—16	4,51	1,32	— 7,67	10,39
17—21	6,27	3,77	— 6,45	11,11
22—26	6,77	3,03	— 6,72	11,22
27—31	8,00	3,05	— 7,88	11,18
April 1—5	8,79	5,07	— 7,15	11,71
6—10	9,62	6,07	— 4,85	12,60
11—15	10,20	7,05	— 1,47	13,99
16—20	10,13	7,85	— 0,90	14,57
21—25	11,33	8,57	— 1,92	14,31
26—30	12,98	9,67	— 0,06	15,80
Mai 1—5	14,75	11,35	— 0,11	15,94
6—10	15,41	12,08	0,26	16,45
11—15	14,69	13,00	2,26	17,54
16—20	15,77	13,00	3,32	18,47
21—25	16,17	13,75	3,95	19,58
26—30	16,55	13,62	5,17	20,20
31—J.	17,02	14,70	3,79	19,69
Juni 5—9	17,87	15,85	4,25	20,00
10—14	18,02	16,45	5,60	21,24
15—19	17,53	16,74	6,85	22,41
20—24	17,13	16,21	6,69	23,11
25—29	18,07	17,82	6,55	23,45

…le	Paris	Frankfurt	Mannheim	Carlsruhe	Wien	Gotthard	Rom
09	17,88	17,44	20,29	18,53	17,62	7,40	23,94
04	17,91	18,25	19,82	18,68	17,50	7,21	23,86
86	19,10	18,94	20,00	19,27	18,15	7,80	24,25
30	19,04	19,25	20,44	19,45	18,55	8,28	24,62
80	18,58	19,38	19,82	19,73	18,07	8,27	25,24
14	18,76	19,31	20,90	19,76	18,97	8,66	24,99
99	19,33	19,25	20,75	20,54	18,50	7,70	25,22
37	18,51	19,12	20,25	19,56	18,80	9,21	25,44
09	18,11	19,00	20,16	19,82	19,13	7,75	25,10
45	18,32	18,44	19,82	18,81	19,25	7,46	24,05
89	18,49	18,31	18,95	18,70	17,23	7,05	23,76
06	18,52	17,88	18,39	18,73	16,97	5,10	24,04
82	17,90	17,75	17,97	18,52	16,48	6,97	23,24
08	16,94	17,69	17,89	17,45	15,35	6,54	23,20
72	16,01	16,19	17,70	16,36	14,20	6,77	22,11
65	16,10	15,06	16,66	15,85	13,22	6,19	21,73
92	15,23	14,62	15,11	15,37	12,38	4,05	21,24
87	14,87	13,94	13,91	13,96	12,05	2,81	19,96
10	13,81	12,69	12,34	13,31	10,88	1,90	19,52
24	13,57	11,44	12,40	12,66	9,67	1,94	18,55
29	12,64	11,12	11,33	11,41	9,28	0,83	18,20
00	11,27	9,81	10,62	10,31	6,72	1,30	17,34
17	10,61	9,06	9,14	9,73	6,35	0,21	16,17
70	9,65	8,50	8,49	8,63	5,13	— 0,34	15,17
27	8,95	8,25	6,71	7,77	5,98	— 2,86	14,34
10	8,03	7,25	6,21	6,83	5,48	— 1,79	14,64
01	7,62	7,44	3,20	6,28	4,80	— 4,45	13,30
80	6,92	5,81	5,32	5,77	3,62	— 3,05	13,23
31	6,63	3,94	4,59	5,19	2,25	— 5,07	12,57
96	5,44	2,56	2,86	4,49	1,10	— 6,98	10,17
20	5,55	3,06	1,04	4,55	2,15	— 6,09	8,78
19	5,55	2,50	2,54	4,00	0,08	— 5,62	10,35
41	4,16	1,56	1,38	2,83	— 0,25	— 5,55	10,10
47	4,15	1,88	1,25	2,64	— 0,03	— 7,14	9,34
27	4,57	2,00	1,02	1,74	— 0,80	— 7,35	9,45
76	2,93	1,75	0,45	1,65	— 1,52	— 10,90	8,42
92	2,16	1,63	— 0,37	1,31	— 1,75	— 9,16	8,45

Bei Betrachtung dieser Tafeln fallen sogleich die Unregel-
ßigkeiten im Gange der Wärme in die Augen. Ich will hier
ige dieser Anomalieen nach Brandes näher betrachten. Fast
enthalben nimmt die Kälte vom Anfange Januars bis gegen
: Mitte dieses Monates zu, dann beginnt eine Zunahme der
ärme, welches in Stockholm bis zum 28sten Januar dauert,
orauf die Temperatur wieder geringer wird, welches bis gegen
n 12ten Februar dauert. „Diese Depression, welche man in
Stockholm bemerkt, zeigen auch die Wiener, Rocheller und
Mannheimer Beobachtungen und die vom St. Gotthard, ob-
gleich sie aus verschiedenen Jahren sind und folglich Zufällig-
keiten einzelner Jahre nicht merklich einwirken können" [2]).
s scheint mir jedoch wahrscheinlich, daß diese Depression ihren
rund vorzüglich in Zufälligkeiten habe. Es tritt dieselbe zu
ter Zeit des Jahres ein, wo die Temperatur wegen der gerin-
n Aenderung in der Sonnenhöhe noch langsam wächst, wo also
ßere Störungen einen großen Einfluß haben. Da die Beob-
tungen zu la Rochelle, Mannheim, Petersburg und auf
m St. Gotthard zwischen den Jahren 1781 und 1792 ange-
lt wurden, so sind sie zum großen Theil gleichzeitig und die
bereinstimmung beweist daher weniger; vergleichen wir statt
annheim, wo diese Temperaturdepression gegen die Mitte des
bruar sehr bedeutend ist, die Resultate der längeren Beobachtungs-
hen zu Frankfurt und Carlsruhe, also an zwei Orten, zwischen
len es in der Mitte liegt, so nimmt an beiden Orten die Wärme
nlich regelmäßig zu, und nur in Carlsruhe zeigt sich eine schwache
nahme der Wärme vom 12ten bis 17ten Februar. Eben so
t Paris eine ziemlich regelmäßige Zunahme der Temperatur
dieser ganzen Zeit.

Ziemlich übereinstimmend zeigen die meisten Orte am 17ten
bruar eine geringere Wärme, als an den vorhergehenden Tagen,
auf dem St. Gotthard tritt alsdann das Minimum ein, aber
h hier zeigen Königsberg, Stockholm und Frankfurt eine Zu-
me der Wärme, die auch in der langen Reihe zu Zwanen-
g hervortritt.

) Brandes S. 11.

„Nach dem 12ten Februar fängt in Schweden und nach „dem 17ten Februar an den andern Orten eine Zunahme der „Wärme an, die aber bald durch eine aus dem nördlichen Asien „herkommende neue Kälte auffallend unterbrochen wird. Diese „sehr merkwürdige späte Kälte erreicht die verschiedenen Orte „desto später, je westlicher und südlicher sie sind. In Moskau „und Petersburg tritt ihr höchster Grad am 4ten März ein, und „sie ist dann eben so strenge, als im Anfange des Jahres; in „Stockholm ist sie am 9ten März oder etwas später am größten. „In Cuxhaven und London ist ebenfalls die Zeit um den 9ten „März am kältesten; auf dem Gotthard sind am 9ten und „14ten März fast gleich kalte Tage; Wien hat am 14ten die „größte Kälte; und obgleich in Rom, Rochelle, Zwanenburg, „Mannheim keine erhebliche Kälte eintritt, so ist doch an allen „diesen Orten der 14te März als derjenige Tag bezeichnet, wo „erst das Hinderniß aufhört, welches bisher einen gänzlichen Still-„stand in der Zunahme der Wärme veranlaßte" [3]). Daß der angegebene Grund dieser Temperaturdepression, nämlich die dann lebhafter eintretenden Ostwinde, der richtige sey, geht aus der oben betrachteten Abhängigkeit der Winde von den Jahreszeiten hervor [4]); indem diese kalte Luftmassen aus Nordosten mit sich bringen, nimmt die Wärme bedeutend ab. Diese kalten Winde treten jedoch wohl kaum in allen Jahren zu derselben Zeit ein, bald früher, bald später, und die Biegung wird in einer Curve, die nach vieljährigen Beobachtungen construirt ist, regelmäßiger, wie dieses die für Paris und Königsberg gefundenen Größen beweisen. Daß aber die starke Temperaturdepression am Ende des Februar in Petersburg ihren Grund in den Winden habe, das zeigt eine nähere Betrachtung dieser. Wir finden hier folgende Winde aufgezeichnet:

3) Brandes S. 12.

4) Bd. I, S. 240.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
bruar 15 — 19	7	6	14	4	11	5	9	2
20 — 24	9	6	6	9	8	9	8	6
25 — März 1	10	6	10	10	5	2	9	6
ärz 2 — 6	8	10	7	8	6	8	11	4
7 — 11	7	6	9	12	8	7	8	5
12 — 16	4	6	8	4	9	14	10	8

Werden diese Windverhältnisse mit der Temperatur verglichen, so nden wir wieder einigen Zusammenhang zwischen beiden. Es t nämlich

	Richtung	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich	Temperatur
Febr. 15 — 19	S 57° O	1 : 0,67	1 : 1,35	— 9°,63
20 — 24	S 32 W	1 : 1,10	1 : 1,24	— 9,40
25 — Mz 1	N 53 O	1 : 0,65	1 : 0,77	— 10,54
März 2 — 6	N 23 O	1 : 0,92	1 : 1,00	— 12,16
7 — 11	S 38 O	1 : 0,74	1 : 1,50	— 8,63
12 — 16	S 53 W	1 : 1,78	1 : 1,50	— 7,01

Indem die mittlere Luftströmung vom 25sten Februar bis um 1sten März mit NO zusammenfällt, hat die Temperatur chnell abgenommen, und indem die Winde in den folgenden Taen noch mehr nach Norden gehen, ist dieses Sinken ungeachtet es höheren Standes der Sonne fortdauernd; erst vom 7ten n, wo der Wind aus SO, und noch mehr vom 12, wo er aus W kommt, zeigt sich eine schnelle Zunahme der Wärme.

Von der Mitte des März an beginnt die Periode, wo sich ie Declination der Sonne am schnellsten ändert, und damit erolgt zugleich eine schnellere Zunahme der Temperatur; eigentiche Rückgänge der Wärme kommen hier nicht vor, der Einfluß ıfälliger Störungen wird weniger bedeutend, daher zeigen sich ur Differenzen in der Schnelligkeit dieser Zunahme. So wie h aber die Sonne dem Wendekreise des Krebses nähert, steigt e Wärme langsamer, und aufs Neue zeigen sich am höchsten unkte der jährlichen Wärmecurve Schwankungen, welche jedoch cht die Größe erreichen, als die beim Minimum beobachteten.

„Nach dem 12ten Februar fängt in Schweden un
„dem 17ten Februar an den andern Orten eine Zuna
„Wärme an, die aber bald durch eine aus dem nördlic
„herkommende neue Kälte auffallend unterbrochen wir
„sehr merkwürdige späte Kälte erreicht die verschie
„desto später, je westlicher und südlicher sie sind.
„und Petersburg tritt ihr höchster Grad am 4ten M
„sie ist dann eben so strenge, als im Anfange d
„Stockholm ist sie am 9ten März oder etwas spä
„In Cuxhaven und London ist ebenfalls die Z
„März am kältesten; auf dem Gotthard si
„14ten März fast gleich kalte Tage; Wien
„größte Kälte; und obgleich in Rom, Ro
„Mannheim keine erhebliche Kälte eintritt,
„diesen Orten der 14te März als derjenig
„erst das Hinderniß aufhört, welches bish
„stand in der Zunahme der Wärme ver
angegebene Grund dieser Temperaturdep
lebhafter eintretenden Ostwinde, der
oben betrachteten Abhängigkeit der W ... Wärme ve
hervor [4]); indem diese kalte Luftmass ... ihrem sta
bringen, nimmt die Wärme bedeute ... Wärme erreic
treten jedoch wohl kaum in allen ... dem letzte
ein, bald früher, bald später, ... minder
einer Curve, die nach vieljährigen ... 16ten Augu
regelmäßiger, wie dieses die für P ... die erstere" [3])
Größen beweisen. Daß aber die ... Tagen, an den
Ende des F... in Petersbu... wahrschei
habe, das ... nähere Be... der Vere
folgende ... gezeichnet: ... größten Wärm

3) Br...

4) B...

...ält zwi-
...n-

...e schnell
...nehmen,
...me in dem
...utender wird,
fast constant ist.
...ender werden [7]),
...ng in der Tempera-

...en wenig wahrscheinlich,
...gen construirte Curve große
nichts desto weniger aber sind
...es nachgewiesen hat, im hohen
diejenigen Zeiten des Jahres zei-
unregelmäßigsten ändert; schwer-
...nen, daß diese Temperaturdepres-
...ler Jahre genau an denselben Tagen.

...fung des Meeres wird die starke Depres-
...n Winter, ihre große Zunahme im Som-
und daher ist der Unterschied zwischen den
...aden dieser beiden Jahreszeiten auf Inseln
...ist der Fall an den Küsten der Continente,
...er ins Innere des Landes gehen, desto bedeu-
...e Differenz. Messungen an verschiedenen Punk-
...bestätigen dieses vollkommen, wie folgende Ta-

...Humboldt in Mémoires d'Arcueil III, 521.
...Robison bei Robertson history of America
...1830).

„Merkwürdig ist unstreitig der Zeitpunkt der größten Sommer-„hitze, der in allen südlichen Gegenden später eintritt, als in den „nördlichen. — In Stockholm ist vom 7ten bis 27sten Julius „die Zunahme der Wärme unbedeutend, aber der 27ste Julius „doch erst der wärmste Tag. Auch in Petersburg können wir „die Tage vom 22sten Julius bis gegen den 1sten August als die „wärmsten ansehen, denn die große Wärme am 22sten Julius „kann wohl nur als ein unvollkommenes Resultat unserer kurzen „Beobachtungsreihe angesehen werden. In Cuxhaven zeigt sich „die ziemlich gleich bleibende größte Wärme vom 17ten Julius „bis zum 1sten August fort. In Mannheim ist der 27ste Julius, „in London der erste August, in Rom, Rochelle, Zwanenburg „und St. Gotthard der 6te August der Zeitpunkt der größten „Wärme, und in Wien scheint diese sogar erst am 16ten August „einzutreten. Indeß ist die Wärme in Wien am 27sten Julius „fast eben so groß, und die etwas größere Wärme, die wir am „16 August finden, muß doch wohl nur als etwas Zufälliges der „bestimmten Jahre angesehen werden, in welchen Pilgram „beobachtete."

„Aber merkwürdig ist der ganze Gang der Wärme von „ihrem Maximum nach der Mitte des Julius bis zu ihrem star-„ken Abnehmen am Ende des August. Die Wärme erreicht „eigentlich zweimal einen größten Werth, zuerst in dem letzten „Drittel des Julius und dann nach einer mehr oder minder be-„deutenden Abkühlung aufs Neue um den 11ten bis 16ten August. „Die letztere Wärme ist in der Regel geringer als die erstere"[5].

Nach den im zweiten Abschnitte gegebenen Tagen, an denen die höchste Wärme eintritt[6], scheint es mir wenig wahrscheinlich, daß der Zeitpunkt der größten Temperatur von der Breite abhängig sey; es läßt sich dieser Moment der größten Wärme um so weniger aus diesen fünftägigen Mitteln herleiten, da um diese Zeit viele Unregelmäßigkeiten vorhanden sind, so daß die zwei gedachten Maxima sich zeigen. Wo aber die Messungen längere Zeit hindurch angestellt sind, wie in Stockholm, Königsberg, Frankfurt und Carlsruhe, da wird die Curve regelmäßiger,

5) Brandes S. 17.
6) Bd. I. S. 126.

die beiden Maxima verschwinden und der heißeste Tag fällt zwischen den 25sten Julius und 3ten August, so wie er früher angegeben wurde.

Wenn sich im September die Declination der Sonne schnell ändert, so wird auch die Temperatur regelmäßiger im Abnehmen, es zeigen sich jedoch einige Sprünge, indem die Wärme in dem sogenannten Nachsommer an einzelnen Tagen bedeutender wird, so daß die mittlere Wärme längere Zeit hindurch fast constant ist. Die Südwinde, welche um diese Zeit vorherrschender werden [7]), scheinen auch hier die Ursache der Verzögerung in der Temperaturdepression zu seyn.

Es scheint mir nach dem Gesagten wenig wahrscheinlich, daß eine nach vieljährigen Beobachtungen construirte Curve große Unregelmäßigkeiten zeigen würde; nichts desto weniger aber sind diese Anomalieen, welche Brandes nachgewiesen hat, im hohen Grade lehrreich, indem sie uns diejenigen Zeiten des Jahres zeigen, wo die Wärme sich am unregelmäßigsten ändert; schwerlich aber dürfen wir annehmen, daß diese Temperaturdepressionen im Durchschnitte vieler Jahre genau an denselben Tagen erfolgen.

Durch die Einwirkung des Meeres wird die starke Depression der Temperatur im Winter, ihre große Zunahme im Sommer verhindert [8]), und daher ist der Unterschied zwischen den mittleren Wärmegraden dieser beiden Jahreszeiten auf Inseln klein; eben dieses ist der Fall an den Küsten der Continente, je weiter wir aber ins Innere des Landes gehen, desto bedeutender wird diese Differenz. Messungen an verschiedenen Punkten von Europa bestätigen dieses vollkommen, wie folgende Tafeln zeigen.

---

7) Bd. I. S. 249.

8) Bd. I. S. 34. Humboldt in Mémoires d'Arcueil III, 521. Buffon und Robison bei Robertson history of America p. 540. (Frankfurt 1830).

England.

	Winter	Sommer	Unterschied
Insel Unst	4°,05	11°,92	7°,87
Insel Man	5,59	15,08	9,49
Edinburg	3,40	15,10	11,70
Kinfauns Castle	2,59	13,83	11,24
Oxford	3,55	15,56	12,01
London	3,22	16,75	13,53
Lancaster	3,58	15,32	11,74
Kendal	2,03	14,32	12,29
Manchester	2,81	14,81	12,00
Derby	2,00	12,51	10,51
Gosport	4,84	17,48	12,64
Penzance	7,04	15,83	8,79
Helston	6,19	16,00	8,81

Nirgends in England sinkt die mittlere Temperatur des Winters bis unter den Gefrierpunkt herab, und selbst auf der schottländischen Insel Unst in 60° 42′ N beträgt dieselbe noch etwa 4°. Aber dann sind diese Inseln fast mit ewigem Nebel bedeckt, Stürme aus SW condensiren das Wasser, es regnet häufig und die Strahlung wird daher verhindert, während das wärmere Meer der Luft beständig eine Menge seiner Wärme abgiebt. Dafür aber ist die Wärme des Sommers unbedeutend und Bäume gedeihen nicht mehr [9]). Gehen wir weiter nach Süden, so werden die Winter in England wieder kälter, dafür aber die Sommer wärmer, so daß der Unterschied zwischen beiden Jahreszeiten, welcher auf der shettländischen Insel Unst nur die Größe von 8° hatte, hier bis zu 12° steigt. So wie wir uns jedoch den südlichen und südwestlichen Küsten von England nähern, so wird dieser Unterschied wieder geringer, die Temperatur des Winters nimmt sehr schnell zu, wie uns dieses Gosport und noch mehr die beiden in Cornwallis liegenden Orte Penzance und Helston beweisen, welche letztere eine Wintertemperatur von mehr als 6° haben. Aber

9) Scott im Edinb. New. Phil. Journ. April 1827. p. 118. Biot recueil d'observ. astron. 4. Paris 1821. p. 580.

hier sind auch die Winterregen stark, die Luftmassen niederer Breiten erwärmen die Atmosphäre sehr bedeutend. Schon längst ist auf das merkwürdige Klima von Penzance und Devonshire aufmerksam gemacht worden. Pflanzen, welche keiner großen Kälte widerstehen können, wie Myrthen, Camellia japonica, Fuchsia coccinea und Buddleja globosa gedeihen an der Meeresküste ohne Schutz und der Hafen von Salcolm ist daher häufig das Montpellier des Nordens genannt worden[10]).

In Frankreich, Holland und den Niederlanden wird dieser Unterschied bedeutender, und ungeachtet der geringeren Breite sind die Winter kälter, als in England.

	Winter	Sommer	Unterschied
Amsterdam	2°,67	18°,79	16°,12
Middelburg	1,92	16,92	15,00
Brüssel	2,56	19,01	16,45
Franecker	2,56	19,57	17,01
Haag	3,46	18,63	15,17
Zwanenburg	2,46	17,90	15,44
St. Malo	5,67	18,90	13,23
Dünkirchen	3,56	17,68	14,12
la Rochelle	4,78	19,22	14,44
Paris	3,59	18,01	14,42
Montmorenci	3,21	18,96	15,75
Denainvilliers	2,85	19,32	16,47
Clermont	1,50	18,01	16,51
Marseille	7,35	22,74	15,39

Die Orte in Holland, welche zum Theil durch England vor den Seewinden geschützt sind, haben Winter, deren Wärme etwas geringer ist, als die von England, aber dafür werden ihre Sommer wärmer, und der Unterschied zwischen den Temperaturen beider Jahreszeiten steigt hier bis etwa 15°. St. Malo aber zeigt plötzlich eine bedeutende Zunahme der Wintertemperatur, und hier

10) Knight in den Trans. of the Hortic. Soc. I, 32. bei Humboldt in den Mém. d'Arc. III, 537. Eben dieses ist in Irland auf der Küste von Glenarm in 54° 56' N der Fall. Irish Trans. VIII, 116. 203. 269 bei Humboldt l. l. p. 582.

finden wir denselben Einfluß auf die Pflanzen, als in England. Im Departement von Finisterre widerstehen Apricosen, Granaten, die Jucca gloriosa und aloïfolia, die Erica mediterranea, Hortensia, Fuchsia und Dahlia in offener Erde einer Kälte, welche kaum 14 bis 20 Tage dauert [11]).

Deutschland und Schweiz.

	Winter	Sommer	Unterschied
Cuxhaven	0°,51	16°,76	16°,25
Hamburg	0,40	18,96	18,56
Lüneburg	0,95	17,25	16,30
Berlin	— 1,19	17,43	18,62
Frankfurt am Mayn	1,42	18,27	16,85
Mannheim	1,60	19,56	18,05
Carlsruhe	1,97	18,74	16,77
Stuttgart	1,19	18,73	17,54
Tübingen	— 0,02	17,01	17,03
Tegernsee	— 1,24	16,15	17,39
Andex	— 1,03	19,04	20,07
Regensburg	— 0,75	20,50	21,25
Würzburg	0,71	20,04	19,33
Zürich	— 0,92	17,86	18,78
Bern	— 1,46	14,88	16,34
Chur	0,10	17,45	17,35
Genf	0,75	18,94	18,19
Sagan	— 2,68	18,20	21,48
Prag	— 0,44	19,93	20,37
Wien	0,18	20,36	20,18

Die Differenz zwischen Sommer und Winter hat im Allgemeinen zugenommen, indem wir dieselbe im Durchschnitte zu etwa 18 bis 19° annehmen können. Diese Differenz, welche in der Nähe des Meeres kleiner ist, nimmt zu, wenn wir nach dem Innern des Landes gehen, wie die Messungen zu Hamburg, Lüne-

11) Bonnemaison im Journal de Botan. III, 118 bei Humboldt Mém. d'Arc. III, 538.

burg und Curhaven in Vergleich mit denen zu Sagan, Prag und Wien zeigen.

Noch weit bedeutender wird diese Differenz im Innern von Ungarn und Rußland, wie folgende Tafel zeigt.

	Winter	Sommer	Unterschied
Ofen	— 0°,41	21°,17	21°,58
Petersburg	— 9,03	16,02	25,05
Kasan	— 12,29	18,32	30,61
Slatoust	— 16,49	16,08	32,57
Barnaul [12])	— 14,11	16,57	30,68

In Scandinavien, wo die Regenverhältnisse sich so schnell änderten, wenn wir von der Meeresküste ins Innere des Landes gingen, treffen wir auf denselben Gegensatz bei Vergleichung der Temperaturen.

	Winter	Sommer	Unterschied
Bergen	2°,20	14°,76	12°,56
Nord-Cap (Mageröe)	— 4,63	6,38	11,01
Ullensvang	— 0,07	15,61	15,68
Söndmör	— 2,72	13,35	16,09
Drontheim	— 4,78	16,33	21,11
Spydberg	— 10,46	17,16	27,62
Christiania	— 3,66	15,78	19,44
Stockholm	— 3,67	16,30	19,97
Upsala	— 4,14	15,79	19,93
Ulea	— 11,15	14,34	25,49
Umea	— 10,46	14,19	24,65
Enontekis	— 17,59	12,80	30,39

An der Küste wo die Niederschläge, namentlich im Winter, sehr reichlich sind, hat die kalte Jahreszeit eine hohe Temperatur, dagegen ist aber auch der Sommer weniger warm und die Differenz klein, wie Bergen und das Nord-Cap dieses zeigen. Aber schon im Innern der Fiorde, wohin die Regen weniger dringen,

12) Das Jahr, in welchem diese Beobachtungen gemacht wurden, zeichnete sich durch einen gelinden Winter und kalten Sommer aus.

zeigen Ullensvang, Drontheim und Christiania ähnliche Verhältnisse, als wir in Deutschland treffen, während wir in Enontekis in Lappland bereits Verhältnisse treffen, die denen im Innern von Rußland ähnlich sind [13]).

Die bisherigen Tafeln haben uns einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen dem See- und Kontinental-Klima gelehrt, jenes zeigt eine geringe Biegung der Curve der jährlichen Wärme, während letzteres durch kalte Winter und heiße Sommer charakterisirt wird [14]); zugleich aber haben wir aus den mitgetheilten Tafeln gesehen, daß von dem einen zu dem andern ein allmähliger Uebergang Statt findet, ohne daß wir im Stande sind die Gränze beider genau zu fixiren.

Ein völlig ähnliches Verhalten zeigt sich auch in Nordamerica. An der Westküste erhöhen die feuchten Westwinde die Temperatur im Winter und deprimiren dieselbe im Sommer; tiefer landeinwärts wird dieser Unterschied größer, nimmt aber an der Ostküste wieder ab. Die Orte östlich von den Alleghanys, welche in geringem Abstande vom atlantischen Meere liegen, zeigen uns indessen eine größere Differenz zwischen der Temperatur des Winters und Sommers, als Orte in Europa, welche denselben Abstand vom Meere haben. Der Grund scheint darin zu liegen, daß in America die Westwinde eben so die vorherrschenden sind, als in Europa, und daß sie im Winter größere Kälte, im Sommer größere Hitze mit sich bringen. In den vereinigten Staaten ist man der Meinung, daß das Klima westlich und östlich von den Alleghanys sehr verschieden sey; Humboldt, welcher die Temperaturen zu Cincinnati im Staate Ohio und Philadelphia mit einander vergleicht, glaubt, westlich von der Bergkette seyen die Winter weniger kalt, die Sommer weniger warm, als in dem östlichen Theile [15]). Die neueren von den Militärärzten angestellten Messungen zeigen jedoch, daß diese Behauptung nicht ganz richtig sey, wie dieses folgende Tafel zeigt.

An

13) Vgl. Buch in Gilbert's Ann. XLI, 32.

14) Humboldt Voy. II, 70.

15) Mém. d'Arcueil III, 506.

	Breite	Winter	Sommer	Unterschied
An der Westküste				
Fort George	46°,18	8°,75	15°,47	11°,72
Westlich von den Alleghanys				
Fort Howard [16])	44. 40	—7,23	20,62	27,85
Fort Crawford	43. 3	—7,34	21,21	28,55
Fort Snelling	44. 53	—8,99	21,81	30,80
Council Bluffs	41. 25	—4,61	23,84	28,45
Fort Brady [17])	46. 39	—6,98	17,49	24,47
Oestlich von den Alleghanys				
Fort Columbus	40. 42	—0,13	21,93	22,06
Fort Sullivan	44. 44	—5,17	15,51	20,68
Fort Wollcott	41. 30	0,14	20,62	20,48
Washington	38. 53	2 96	24,62	21,66

An der Westküste ist die Differenz zwischen Sommer und Winter eben so klein als in England, im Innern des Landes beträgt dieselbe gegen 30°; wo aber bedeutende Wasseransammlungen in der Nähe sind, scheint dieser Unterschied etwas kleiner zu werden, wie dieses aus den Messungen im Fort Howard und Brady hervorgeht. An der Ostküste America's nimmt diese Differenz wieder bis zu 21° ab.

Es folgt aus dem bisher Gesagten mit großer Bestimmtheit, daß die Temperaturen des Winters in der Nähe des Meeres bei einerlei Breite größer sind, als im Innern des Landes, während von der Sommerwärme das Gegentheil gilt. Wenn man daher auf einer Charte die Punkte, welche dieselbe Winterwärme haben, durch Linien verbindet, so laufen diese nicht mit den Breitenkreisen parallel. Humboldt, welcher diese Linien gleicher Wintertemperatur mit dem Namen Isochimenen [18]) bezeichnet, giebt ihre Lage für Europa dergestalt an, daß sie sich im Innern des Landes bedeutend nach Süden biegen [19]). Diese Krümmung jedoch zeigt sich vorzüglich in der Nähe des atlantischen Meeres, die Isochimenen nehmen hier eine starke Biegung nach Süden an und nähern sich dann den Parallelkreisen immer mehr. Es

16) Michigan-See in der Nähe.

17) Oberer See in der Nähe.

18) χειμὼς, Winter.

19) Mém. d'Arcueil III, 529.

fehlt bisher noch zu sehr an Thatsachen, um diese Linien mit hinreichender Genauigkeit zu zeichnen; jedoch zeigen die wenigen vorhandenen Messungen die Richtigkeit dieser Behauptung und namentlich die schnelle Biegung in England und Norwegen. So geht die Linie von — 5° nördlich vom Nord-Cap in Norwegen fort, läuft dann ziemlich parallel mit der Kette der scandinavischen Gebirge nach Süden (Nord-Cap in 71° 10′ Wintertemperatur — 4°,63, Drontheim in 63° 26′ — 4°,78), geht hierauf nördlich von Upsala (— 4°,02 in 59° 52′), südlich von Abo (— 5°,38 in 60° 27′) in das Innere von Rußland hinein; hier scheint sie sich ebenfalls schnell nach Süden zu biegen, da wir in Petersburg (59° 56′ N) eine Wintertemperatur von — 9°,03 finden. Es zeigt uns demnach diese Linie vom Nord-Cap bis Abo eine Senkung von wenigstens 11 Graden in der Breite. Eben diese Linie zeigt auf der andern Seite eine eben solche Senkung nach Süden, indem sie etwas nördlich von Cambridge in Nord-America (— 4°,45 in 42° 25′ N) fortläuft.

Eine ähnliche Biegung zeigt die Isochimene von 0°; sie erreicht das atlantische Meer bedeutend nördlich von Bergen (2°,20 in 60° 24′ N), geht mit der Küste parallel laufend durch Ullensvang (— 0°,07 in 60° 20′), zwischen Copenhagen (— 0°,92 in 55° 41′) und Lüneburg (0°,40 in 53° 12′) nach Prag (— 0°,44 in 50° 6′) und Ofen (— 0°,41 in 47° 30′); wir finden also hier ebenfalls einen Breitenunterschied von wenigstens 13°, ohne daß die Längendifferenz sehr bedeutend ist. Auch diese Linie senkt sich gegen Westen sehr bedeutend nach Süden, indem sie etwas nördlich vom Fort Mifflin in Nordamerica (0°,33 in 39° 51′ N und 75° 12′ W) fortläuft. Im Innern von Nord-America scheinen sich die Isochimenen noch weiter nach Süden zu senken, wie dieses folgende Thatsachen zu beweisen scheinen.

Fort Sullivan	in 44° 44′ N.	u. 67° 4′ W,	Wintertemperatur — 5°,17
Fort Howard	44. 40	87. 0	— 7,23
Fort Snelling	44. 53	93. 8	— 8,99

Obgleich alle drei Orte nahe einerlei Breite haben, so wird die Temperatur desto geringer, je weiter wir ins Innere des Landes nach Westen gehen. Aber auch hier bewegen sich die Isochimenen schnell nach Norden, wenn wir uns der Westküste des Continentes nähern. So beträgt die Wintertemperatur an der

Mündung des Columbienflusses im Fort George in 46° 18′ N 3°,75, während wir an der Ostküste in Washington in 38° 53′ N erst die Größe von 2°,96 finden. Es scheint hiernach also der Unterschied der Wintertemperatur zwischen beiden Küsten wenigstens 10 Breitengrade zu betragen.

Es ist schon von mehreren Reisenden bemerkt worden, daß die Westküste Amerika's sich vor der Ostküste durch milde Winter auszeichne. Schon Mackenzie, welcher auf diese Differenz aufmerksam machte, leitet sie mit Recht aus den Seewinden her. Während die Bewohner von Quebek im Winter über schneidende Kälte klagen, ist den Bewohnern der Westküste bei einerlei Breite Frost und Schnee fast unbekannt; die Indianer gehen den ganzen Winter nakt herum, aber vom November bis März sind die Niederschläge so häufig, daß sie keine Reisen machen [20]). An der Mündung des Columbiaflusses sah Capitän Lewis den ersten Frost erst am 7ten Januar, und den übrigen Theil des Winters regnete es [21]). Auch noch weiter nördlich ist im Nutka-Sunde auf der Insel Quadra der Winter so mild, daß die kleinsten Flüsse erst im Januar zufrieren [22]). In Neu-Archangel in 57° N ist der Winter eben so mild, die Schifffahrt den ganzen Winter möglich, und nur eingeschlossene Buchten frieren zuweilen ein wenig zu; dafür aber sind Regengüsse das ganze Jahr hindurch häufig, Schnee ist selten [23]). Auch die aleutischen Inseln zeichnen sich weniger durch strenge Kälte als durch Feuchtigkeit aus [24]). Weiter nördlich, wo beide Continente näher an einander kommen und das Meer schmäler wird, scheint die Temperatur schnell abzunehmen. Die Schaluppen von Malaspina's Expedition, welche in das Innere der Bai Sackatul bis zum Hafen Dessengaño vordrangen, fanden im Junius unter 60° N das nördliche Ende des

---

20) Scouler im Edinb. Journ. of Sc. VI, 251. Kotzebue Neue Reise II, 23.

21) Humboldt in Mém. d'Arc. III, 507.

22) Humboldt Neu-Spanien II, 258. Malte-Brun Gemälde von America S. 78.

23) Langsdorff Reise II, 88. Kotzebue Neue Reise II, 17.

24) Malte-Brun Gemälde von America S. 67. Langsdorff Reise II, 55.

Hafens noch mit einer festen Eismasse bedeckt [25]; in der Eschholz Bai in 66° N fand Kotzebue im August noch ungeheure Massen von Eis [26].

Wie die Isochimenen im Innern von Asien sich bewegen, ist noch weniger bekannt, es scheint aber, als ob sie sich bei Annäherung an die Küste des großen Oceans wieder nach Norden biegen. In Kamtschatka wenigstens ist der Winter weit gelinder als in Sibirien. Schon Steller machte auf diesen Umstand aufmerksam [27], und in der Folge ist er von Langsdorff, Kotzebue und anderen Reisenden bestätigt worden [28].

Es ist bei dem jetzigen Mangel an Beobachtungen noch nicht möglich, die Isochimenen mit hinreichender Genauigkeit zu zeichnen, da zur Bestimmung der mittleren Wärme irgend einer Jahreszeit eine längere Reihe von Messungen erforderlich ist, als zur Fixirung der mittleren jährlichen Temperatur. Wenn dieses einst möglich ist, so werden wir wahrscheinlich in höheren Breiten im Innern des Landes Isochimenen erhalten, welche vielleicht nicht einmal die Küste des Meeres erreichen, gewiß aber nicht in dieses hineingehen. So beträgt die Wintertemperatur in Enontekis in Lappland in 68° 30′ N — 17°,6, während sie auf dem mehrere Grade nördlicher liegenden Nord-Cap (71° 10′ N) nur — 4°,6 ist. Erreichte die Isochimene von — 18° von Enontekis aus das Meer, so müßte sie sich parallel der Küste Norwegens nach Nord-Osten biegen. Aber es ist die Frage, ob wir hier eine so geringe Temperatur des Winters an der ganzen nördlichen Küste treffen; es scheint vielmehr wahrscheinlich, daß die Wintertemperatur bei Annäherung an die Küste des Eismeeres wieder größer werde. Wenigstens haben die Jäger, welche den Sommer auf Kotelnoy und Neu-Sibirien (in 75° N dem Vorgebirge zwischen den Mündungen der Lena und Kolima gegenüber) zubringen, die Bemerkung gemacht, daß das Meer in der Nähe dieser Inselgruppe weit später als an der Küste des südlicher liegenden Festlandes zufriert, und daß der Winter im Süden länger dauere, als auf den Inseln.

25) Humboldt New-Spanien [illegible]

26) Kotzebue Reise II, 143.

27) Steller Beschr. von [illegible]

28) Langsdorff Reise [illegible]

Parrot, welcher diese Thatsache mittheilt, wirft dabei die Frage auf: „Ist dieses Phänomen allen Inseln des Eismeeres gemein, und läßt es sich aus der Natur einer Inselgruppe erklären? Oder ist es diesen Inseln eigenthümlich und vielleicht von einer besondern Gestalt und Tiefe des umliegenden Meergrundes und von den im Wechsel der Jahreszeiten herrschenden Winden und Strömungen abhängig?" [29]). Die Thatsache, daß die Winter auf dem Meere ungeachtet der höheren Breite gelinder sind, folgt meiner Meinung nach einfach aus dem bisher betrachteten Einflusse der latenten Wärme des Wasserdampfes. Die nach Nordwesten gehende Biegung der Isochimenen bei Enontekis nebst dieser Zunahme der Temperatur im Norden von Sibirien scheinen sogar darauf zu deuten, daß die Isochimenen im nördlichen Theile des alten Continentes in sich selbst zurücklaufende Curven bilden, so daß wir in einerlei Meridian in Sibirien von Süden nach Norden gehend anfänglich Abnahme und späterhin bei Annäherung an das Eismeer wieder Zunahme der Wärme finden, worauf zuletzt die Temperatur auf dem Meere im hohen Norden wieder nach den gewöhnlichen Gesetzen abnimmt. Ich kann diese Hypothese nicht strenger erweisen, es fehlt aber auch an Thatsachen, um ihre Unrichtigkeit zu zeigen.

Ganz auf dieselbe Art als hier die Punkte mit einander verbunden wurden, welche eine gleiche Wintertemperatur hatten, können wir auch diejenigen Orte verbinden, deren Sommertemperatur gleich ist. Humboldt nennt die auf diese Art gezogenen Linien Isotheren [30]) und giebt ihre Lage folgendermaßen an: die Isotheren haben eine Richtung, welche der der Isochimenen völlig entgegengesetzt ist, indem sie sich sehr bedeutend nach Norden biegen. Ungeachtet einer Breitendifferenz von 11° finden wir dieselbe Sommerwärme an den Mündungen der Loire und in Moscau [31]). Wenn auch die angegebene Biegung nicht zu verkennen ist, so bezweifle ich, daß sie eine so bedeutende Größe erreiche. Humboldt giebt die Temperatur des Sommers zu Moscau zu 19° [illegible] dagegen geben siebenjährige Beobachtun-

[illegible] Beobachtungen S. 11.

[illegible] im Journal de physique

gen von Engel und Stritter nur die Größe von 16°,90. Es scheint, als ob sich diese Biegung der Isotheren eben so wie die der Isochimenen vorzüglich nur in der Nähe der Küsten zeige, und daß sie tiefer landeinwärts weniger auffallend hervortrete. So geht die Isothere von 15° südlich von Kendal (14°,3 in 54°, 17′ N) fort, steigt dann nach Edinburgh (15°,1 in 55° 58′) und von hier nach Bergen (14°,8 in 60° 24′ N), bewegt sich dann weniger nach Norden, indem sie den botnischen Meerbusen etwa in der Mitte zwischen Ulea und Abo in 63° N erreicht (Ulea 14°,3 in 65° 0′ N, Abo 15°,7 in 60° 27′ N).

Je weiter wir ins Innere des Landes gehen, desto mehr nähern sich die Isotheren den Parallelkreisen. Die Isothere von 18° berührt das südliche England kaum, sie geht durch etwa 50° N [33]), erreicht Holland in etwa 51° N [34]), läuft etwas südlich von Berlin fort [35]), erreicht dann Moscau [36]) und scheint sich von hier gerade nach Osten zu bewegen [36a]).

Von der Küste Europa's biegen sich die Isotheren gegen die Ostküste America's nach Süden. So haben Nain und Okak in Labrador in den Breiten von 57° 0′ und 57° 30′ eine Sommerwärme von 7°,57 und 8°,09, im Mittel also etwa 7°,8; in Eyafiord auf Island in 66° 30′ finden wir dieselbe Größe, nämlich 7°,70; der Unterschied der Breite beträgt hier also nahe 10°. Auch noch weiter südlich finden wir eine ähnliche Differenz. Die Isothere von 15°, welche etwas nördlich von Edinburgh in etwa 56° N fortläuft, liegt wenig nördlich vom Fort Sullivan in etwa 45° N [37]). Doch schon einige Grade südlicher wird diese Differenz weniger bedeutend, da durch die Breiten von 38° an der Westküste Euro-

33) Gosport 17°,48 in 50° 48′ N.

34) Middelburg 16°,92 in 51° 30, Zwanenburg 17°,93 in 52° 25′ N.

35) Berlin 17°,43 in 52° 33′ N.

36) Moscau 16°,90 in 55° 47′, nahe 18° wegen der Höhe von 370 Fuß über dem Meere.

36a) Kasan 18°,32 in 55° 44′, Slatoust 16°,08 in 55°,08′ nahe 18° wegen der Höhe über dem Meere, Barnaul 16°, 57 in 53° 20′, aufs Meer reducirt etwa 17° in einem kalten Sommer.

37) Edinburgh 15°,10 in 55° 58′, Fort Sullivan 15°,51 in 44° 44′ N und 67° 4′ W.

pa's und 42° an der Ostküste America's nahe dieselbe Isothere geht [38]).

Im Innern von Nord-America ist es bei einerlei Breite wärmer als an der Ostküste; die Isotheren bewegen sich also gegen Norden, wie die Messungen an folgenden Orten zeigen:

Fort Sullivan in	44° 44′ N. und	67° 4′ W	Sommerwärme 15°,51
Fort Howard	44. 40	87. 0	20,62
Fort Snelling	44. 53	93. 8	21,81

Beim jetzigen Mangel an Beobachtungen läßt sich die Größe dieser Bewegung noch nicht näher nachweisen. Bei Annäherung an die Westküste senken sich die Isotheren wieder nach Süden, da wir im Fort Georg an der Mündung des Columbiaflusses in 46° 18′ N wieder eine Sommerwärme von 15°,47 finden.

Diese Biegung der Isotheren im Innern des alten Continentes hat ihren Grund in der geringern Menge von Dämpfen, der Himmel ist nicht so häufig bewölkt, und die Sonne kann daher mit größerer Kraft auf den Boden wirken. Es scheint jedoch, als ob hier zu dieser Jahreszeit die Hitze weit schneller mit Entfernung vom Boden abnehme, als in den Schweizer Alpen [39]); die Temperatur in der Region der Wolken ist in Vergleich mit der am Boden geringer als in der Nähe der Küsten, daher sinkt die Temperatur mit jedem Regen so bedeutend [40]), um so mehr da das Wasser vom Boden in kurzer Zeit verdunstet und durch diesen Prozeß eine neue Menge von Wärme verloren geht. Da wir nun im Innern des Landes vorzugsweise Sommerregen haben, so folgt daraus, daß solche Temperaturdepressionen häufig vorkommen werden, und hierin scheint der Grund zu liegen, weshalb sich die Isotheren nicht noch stärker nach Norden bewegen.

Aus der Gestalt dieser Linien ergiebt sich auch noch bestimmter die bereits oben erwähnte Abhängigkeit des heißesten und kältesten Windes von den Jahreszeiten. Man sieht daraus, weshalb der kälteste Wind im Sommer auf der Westseite, im Winter auf der Ostseite, der wärmste im Winter auf der Westseite, im Sommer auf der Ostseite des Horizontes liegt; die ungleiche Krüm-

38) Lissabon 21°,65 in 38° 43′ N, Cambridge 21°,31 in 42° 25′.

39) Bd. I. S. 137.

40) Wahlenberg Flora Carp. p. XCIX.

mung dieser Linien giebt einen Grund dafür, daß die kältesten und wärmsten Winde nicht diametral entgegenstehen. Würden die thermometrischen Windrosen für viele Punkte der Erde nach vieljährigen Beobachtungen berechnet, so würde man vielleicht dadurch am besten in den Stand gesetzt, die Isochimenen und Isotheren zu ziehen, indem diese nahe mit der Linie zusammenfallen würden, aus denen der Wind beim Eintritte der mittleren Temperatur weht.

Obgleich wir erst in der Folge die geographische Verbreitung organischer Geschöpfe betrachten werden, so scheint es doch nicht unzweckmäßig, hier bereits auf den Einfluß aufmerksam zu machen, welcher die bisher betrachtete Gestalt der Isotheren und Isochimenen auf das Gedeihen von Thieren und Pflanzen hat. Viele Thiere, namentlich Vierfüßer, die nicht so bedeutende Wanderungen machen, als manche Vögel, können weder großer Hitze noch bedeutender Kälte widerstehen, namentlich fliehen sie letztere, und der Verbreitungsbezirk, in welchem wir sie antreffen, fällt daher in Europa nahe mit den Isochimenen zusammen. Wenn man die von Ritter gezeichnete Charte über die Verbreitung der gezähmten und wilden Säugethiere [41]) näher betrachtet, so wird man von dieser Uebereinstimmung überrascht. Das Elennthier gedeiht in Schweden noch in einer Breite von 65°, aber im Innern Sibiriens wird es kaum nördlich von 55° N getroffen.

Bei den Pflanzen sind zwei Klassen zu unterscheiden; perennirende Gewächse und Sommergewächse. Perennirende Gewächse können der Kälte nur bis zu einem gewissen Grade Widerstand leisten, und sind sie zugleich so beschaffen, daß nur kurze Zeit zur Entwickelung der Blüthe und den Reifen des Saamens erforderlich ist, dann treffen wir sie an den Küsten des atlantischen Meeres in bedeutenden Breiten, während sie sich im Innern des Landes immer weiter nach Süden ziehen. Außer den bereits oben (S. 61) erwähnten Fällen, will ich nur noch folgende anführen. Die Buche (Fagus sylvatica) gedeiht in Norwegen noch in der Breite von 59°, ihre Polargränze liegt an der Westgränze Schwe-

41) C. Ritter's Sechs Karten von Europa über Producte, physicalische Geographie und Bewohner dieses Erdtheils. Schnepfenthal 1820.

dens in 58°, in Smaland in 57° und an der Ostküste in der Gegend von Calmar [42]); in Litthauen findet sie sich in 54° bis 55°, in den Carpathen in 48° bis 50°, aber sie fehlt in dem ganzen nördlichen und mittleren Rußland, und zeigt sich erst wieder in den Gebirgen der Krimm und auf dem Kaukasus, so daß hier die Gränze kaum nördlicher als 44°—45° angenommen werden kann [43]). Völlig ähnliche, wenn auch nicht so auffallende Verhältnisse zeigt uns die Gattung Erica [44]), ferner Betula alnus, Populus nigra, Syringa vulgaris, Hedera helix, Viscum album, Berberis vulgaris, Vaccinium myrtillus u. s. w. [45]).

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse der einjährigen Gewächse, und unter diesen verdienen besonders die cultivirten Cerealien unsere Beachtung. Mögen die Winter strenge oder gelinde seyn, diese haben wenig Einfluß darauf, wichtiger für sie ist die Wärme derjenigen Zeit, in welcher die Pflanzen sich entwickeln [46]), und daher laufen die Polargränzen der Getreide-Arten nahe mit den Isotheren parallel. Es kann im Innern von Norwegen und Lappland in einer Breite von 70° Getreide gebaut werden, was an der Meeresküste erst mehrere Grade südlicher möglich ist [47]). Aber weiter gen Osten sinkt die Gränze nach Süden, in Sibirien werden die Cerealien über 60° der Breite nicht mehr gebaut [48]). Eine völlig ähnliche Biegung der Polargränze zeigt uns die Gränze des Mais in Frankreich. An der Küste des atlantischen Meeres liegt sie südlich von Rochelle in 45° 30′ N., berührt aber den Rhein zwischen Strasburg und Mannheim in etwa 49° nördlicher Breite [49]).

---

42) Buch Reise II, 330. Ad litus maris paullo supra fretum Calmariense ad Mönsterås. Wahlenberg Flora suecica. p. XXXIII.

43) Schouw Pflanzengeogr. S. 194.

44) Atlas zu Schouw's Pflanzengeographie Taf. IV.

45) Ritter Tafel der wild wachsenden Bäume und Sträuche in Europa, in dem vorher erwähnten Atlas.

46) Humboldt Voyage V, 133.

47) Buch in Gilbert's Annalen XLI, 32. Schouw Atlas Taf. V.

48) Schouw Pflanzengeogr. S. 290.

49) de Candolle Flore française Bd. 2. Charte.

und die Temperaturerhöhung ist nicht so bedeutend. Selbst der trockene Nordostwind erlangt in der Nähe der Küsten einen Theil der Eigenschaften, welche der Südwestwind besitzt, da er durch Gegenden geht, in denen die Atmosphäre feuchter ist, während er im Innern des Continentes weniger leicht erwärmt wird.

Dagegen anders wird das Verhalten im Sommer, wo die westlichen Winde kälter sind, als die östlichen; es würden sich vielleicht die Sommer im Innern durch eine Wärme auszeichnen, welche die an der Küste um eben so viel übersteigt, als ihre Winter kälter sind, so daß also die mittlere Temperatur vollkommen gleich wäre, wofern nicht ein anderer Umstand hiebei thätig wäre; es ist dieses das ungleiche Verhältniß zwischen Winter- und Sommerregen an der Küste und im Innern des Landes. In England sind die Winterregen stark, die Erkaltung wird dadurch sehr gehindert, während im Innern des Landes die Temperatur sehr tief sinkt. Wären nun an der Westküste des Continentes die Regen im Sommer mehrmahls stärker als im Winter, wie es der erhöhte Dampfgehalt der Atmosphäre erfordert, dann würde die Temperatur des Sommers weit niedriger, die mittlere Wärme des Jahres also geringer seyn. Eine solche Compensation findet nicht Statt, es scheint vielmehr als ob der Himmel Englands im Sommer weit häufiger und länger heiter sey, als im Winter [57]), und die Sonne kann mithin den Boden und die Luft erwärmen. Im Innern des Landes verhindern die vorherrschenden Sommerregen die Erwärmung im Sommer eben so sehr, als der heitere Himmel im Winter die Erkaltung beförderte. Da nun an der Westküste Europa's die Regen im Winter, ihre geringere Menge im Sommer die Temperatur mehr erhöhen, als im Innern des Landes, so muß nothwendig die mittlere jährliche Wärme der Küstengegenden höher seyn. Gegenden, wo sich dieser Gegensatz zwischen Winter- und Sommerregen am stärksten zeigt, müssen uns auch in den mittleren Temperaturen auf derselben Breite eine sehr starke Aenderung mit der Entfernung von der Küste erkennen lassen. Daher müssen wir in Scandinavien, wo die Vertheilung des Regens nebst der Menge des herabgefallenen Wassers an der Meeresküste und im Osten sehr bedeutende Differenzen zeigte,

57) Bd. I. S. 490.

uch eine schnelle und fast plötzliche Abnahme der Temperatur beim
ebergange von Norwegen nach Schweden erwarten.

Etwas anders von den für Europa aufgestellten Gesetzen
müssen sich die Verhältnisse in America gestalten. Eben so wie
Europa durch die Südwestwinde, so erhält die Westküste des
neuen Continentes durch eben diese Winde eine große Menge
fremdartiger Wärme von dem großen Oceane und diese äußere
Wärme erhöht die Temperatur von Neu-Californian, Neu-
Albion und den weiter nördlich liegenden Besitzungen der Ameri-
caner und Russen. Im Innern des Landes scheinen die Winter-
regen geringer zu seyn, und dadurch wird die mittlere Tempera-
tur deprimirt. Das Vorherrschen der Westwinde in dem nörd-
lichen Gebiete der vereinigten Staaten [58]), welche nach der Ost-
küste stets kalte und trockene Luft aus dem Innern bringen, wird
eine starke Winterkälte bedingen, welche nicht durch eben so heiße
Sommer compensirt wird, zumal da in letzterer Jahreszeit die
kälteren vom Meere kommenden Winde häufiger wehen [59]). Zwar
scheint die Nachbarschaft des Meeres etwas dazu beizutragen, daß
die Temperatur an der Ostküste America's etwas höher ist, als im
Innern, stets aber wird hier aus den angegebenen Gründen die
Temperatur geringer seyn, als in einerlei Breite in Europa [60]).

Zu den angegebenen Ursachen der Temperaturdifferenz in
verschiedenen Gegenden müssen wir noch den Golfstrom rechnen.
Indem der Passat auf dem atlantischen Meere mit Regelmäßig-
keit weht, treibt er eine große Wassermenge nach Osten; diese
westliche Strömung zeigt sich so weit, als die Passate wehen, so
daß man sie noch in 26 bis 28° nördlicher Breite beobachtet
hat [61]). An der Küste von Süd-America theilt sich dieser Strom
in zwei Theile, einer geht nach Süden, der andere nach Nor-
den [62]). Hier wird das Wasser im mexicanischen Meerbu-
sen angehäuft, es folgt stets der Küste und strömt nun mit
ungeheurer Schnelligkeit in den Bahama-Canal. Mit großer

58) Bd. I. S. 238.
59) Bd. I. S. 240.
60) Daniell Meteor. Ess. p. 104.
61) Humboldt Voyage I, 125.
62) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 397.

Schnelligkeit bewegt sich das Wasser durch diesen engen Canal nach Norden; Humboldt fand hier im Mai zwischen 26 und 27° N eine Geschwindigkeit von 80 Seemeilen im Tage [63]), Sabine im November dagegen 70 Meilen [64]), zuweilen aber wird die Schnelligkeit des Wassers noch viel größer, indem sie 120 Meilen (5 Meilen in der Stunde) beträgt. Diese Wassermasse, welche an der americanischen Küste nach Norden strömt, hat bei ihrem Eintritte in den Bahama-Canal eine sehr hohe Temperatur, Sabine bestimmt diese seinen Erfahrungen zufolge im November zu 27° [65]). Indem der Strom weiter nach Norden geht, erhält er eine größere Breite, dabei nimmt seine Geschwindigkeit ab. Zwischen Cayo Biscaino und der Bank von Bahama beträgt die Breite 15 Lieues, steigt aber schon in der Parallele von Charlestown dem Cap Henlopen gegenüber zu 40 bis 50 Lieues [66]). Die Geschwindigkeit vermindert sich dabei so sehr, daß sie im Durchschnitte dem Cap Hatteras in Nord-Carolina gegenüber nur noch 70 Meilen beträgt [67]).

Indem sich der Golfstrom weiter nach Norden bewegt, ändert er zugleich seine Richtung. Die Küsten von Georgia und Nord-Carolina lenken ihn nach NO [68]); in dieser neuen Richtung geht er beim Cap Hatteras vorbei und ohne Hindernisse setzt er seinen Lauf fort, bis er zu der St. Georg's-Bank östlich von Nantucket kommt. Hier in der Breite von 41° 25′ N und der westlichen Länge von 65° hat er eine Breite von etwa 80 Seemeilen, aber nun wendet er sich plötzlich nach Osten, so daß sein westlicher Rand die nördliche Gränze des fließenden Wassers wird und an der großen Bank von Neu-Fundland vorbeistreicht [69]). Diese Gränzen hängen jedoch zum Theil von den Jahreszeiten ab. Wenn im Herbste in diesen Gegenden schwere Stürme aus N und NW wehen, dann wird in dem Raume zwischen dem Cap Race in Neu-Fundland und der westlichen Gränze des Stromes eine

63) Humboldt Voyage I, 127.
64) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 407.
65) l. l. p. 407.
66) Humboldt Voyage I, 129.
67) Sabine l. l. p. 409.
68) Genauer N 50° O. Sabine l. l. p. 408.
69) Humboldt Voyage I, 129.

große Menge Wasser angehäuft, und dieses Stauwasser, welches keinen Abfluß nach Süden hat, lenkt den Strom früher nach Osten, so daß in dieser Jahreszeit seine nördliche Gränze zwischen 36° 26′ und 36° 38′ N und in 72° 30′ westlicher Länge liegt[70]).

Von dieser Gegend aus behält der Strom seine Richtung nach O oder OSO bis zu den Azoren, aber seine Breite beträgt westlich von diesen 160 Lieues, er bewegt sich von diesen gegen die Küste Africa's, um in der Folge den Kreislauf aufs Neue zu beginnen[71]).

Ein Theil dieses Stromes trennt sich in etwa 45 bis 50° nördlicher Breite, nahe bei der Bank von Bonnet-Flamand, und bewegt sich von SW nach NO gegen die Küsten von Europa. Dieser partielle Strom erreicht besonders dann eine große Kraft, wenn die Westwinde lange Zeit hindurch die vorherrschenden gewesen sind. Jährlich bringt derselbe nach den westlichen Küsten von Irland und Norwegen Früchte von Bäumen, welche der heißen Zone von America angehören. Auf der Küste der Hebriden sammelt man die Saamen von Mimosa scandens, Dolichos urens, Guilandina bonduc und mehreren andern Pflanzen aus Jamaica, Cuba und dem benachbarten Continente[72]). Eben dieser Strom bringt dahin sehr viele wohl erhaltene Fässer mit Franzwein, Ueberreste von Schiffen, die im Antillen-Meere zu Grunde gingen[73]). Das Wrak des englischen Schiffes the Tilbury, welches in der Nähe von Jamaica verbrannte, wurde auf den Küsten von Schottland gefunden[74]).

Indem sich der Strom als scharfbegränzte Wassermasse mitten durch den Ocean bewegt, behält er seine ursprünglich hohe Temperatur lange Zeit bei. Schon Franklin[75]) und Blag-

---

70) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 411.

71) Humboldt Voyage I, 132. und Sabine bei Schweigger's Jahrb. XXI, 393.

72) Pennant Voyage to the Hebrides 1772. p. 232. Gunneri Acta Nidrosiensia II, 410. Sloane in Phil. Trans. Nr. 222. p. 398. Linné amoenit. acad. VII, 477 bei Humboldt Voyage I, 141.

73) Necker in Bibl. brit. XLII, 90.

74) Humboldt Voyage I, 141.

75) Trans. of the Amer. phil. Soc. II, 325, daraus Schweigger Jahrb. N. R. XXI, 415.

den [76]) empfahlen den Schiffern den Gebrauch des Thermometers, um zu erfahren, ob sie sich in ihm befänden. In der Folge wurde die höhere Temperatur, durch welche sich der Golfstrom vor dem umgebenden Ocean auszeichnet, besonders durch die Untersuchungen von Humboldt und Sabine erwiesen. So hatte nach den Erfahrungen des Erstern das Meer in der Breite von 40 bis 41° eine Temperatur von 22°,5, während dieselbe außerhalb des Stromes kaum 17°,5 beträgt [77]. Als Sabine in der Breite von 36° 14′ N und der Länge von 72° 25′ W am 5ten December zwischen 10 Uhr Morgens und Mittag den Strom verließ, um gegen die Küste America's zu fahren, sank die Temperatur des Meeres von 10^h bis 12^h von 23°,3 bis 16°,9, also um 6°,4; dabei fand man in 120 Faden keinen Grund, und die Entfernung von den nächsten auf den Charten angegebenen Bänken betrug 65 Seemeilen [78]).

Die Luftmasse, welche sich über dem Golfstrome befindet, nimmt an dieser höheren Temperatur der Luft Theil, wie dieses namentlich aus der Depression des Seehorizontes hervorgeht. Als sich Sabine am 5ten December noch auf dem Golfstrome befand, betrug die um 10 Uhr beobachtete Depression des Seehorizontes 4′ 44′,6; sie war 1′ 5″,6 größer als sie hätte seyn sollen; am Mittage, wo er den Strom verlassen hatte, war sie 3′ 36″,6, also nur 3″,4 zu groß. Da das Schiff in beiden Fällen sehr ruhig stand und der Horizont heiter und scharfbegränzt war, so waren die Beobachtungen sicher, und der Fehler bei jeder Messung konnte höchstens 5″ betragen [79]).

Diese hohe Temperatur des Wassers und der darüber befindlichen Luft muß ihren Einfluß weit erstrecken, und mehrere Physiker haben darauf bereits aufmerksam gemacht. Wehen namentlich starke Westwinde, dann wird der Strom von seiner gewöhnlichen Richtung abgelenkt, nach Europa wird eine Menge warmer Dämpfe gebracht, welche besonders die Temperatur des Winters erhöhen. Als Sabine im Januar 1822 von Plymuth nach

76) Phil. Trans. 1781. p. 334.
77) Humboldt Voyage I, 129.
78) Schweigger Jahrb. XX, 410.
79) Ebendas. N. R. XXI, 410. Andere Messungen s. Brewster's Edinb. Journ. of Sc. III, 274.

nach Madera und von hier nach dem grünen Vorgebirge segelte, so war die Temperatur der Meeresoberfläche von Plymouth nach Madera viel höher als gewöhnlich. Dabei war es merkwürdig, daß das Wetter im November und December 1821 und im Januar 1822 in den südlichen Theilen von Großbritannien und Frankreich so sehr von der gewöhnlichen Beschaffenheit um diese Jahreszeit abwich, daß man darauf allgemein aufmerksam wurde. In den meteorologischen Tagebüchern wird diese Periode als ungewöhnlich warm, feucht und stürmisch charakterisirt; es geht aus denselben hervor, daß sowohl im November als December, besonders aber in dem letzteren Monate, eine ungewöhnlich große Regenmenge fiel und daß fast ohne Unterbrechung Stürme aus W und SW wehten [80]).

Muncke glaubt, daß schon die Existenz dieses Stromes genügend seyn würde, an der Küste von Europa eine viel höhere Temperatur zu erzeugen, als an der Ostküste von America, und er wirft die Frage auf, ob nicht die Durchgrabung der Landenge von Panama, welche der Aequatorialstrom bald erweitern und ganz durchströmen könnte, einen großen Einfluß auf die Wärme von Europa haben würde [81]). Wenn ich jedoch nicht zugeben kann, daß blos dieser Strom Ursache einer höheren Temperatur von Europa seyn würde, und daß die Winde, welche schon Acosta als sehr wirksam bei Bestimmung der Klimate ansah [82]), hierauf gar keinen Einfluß haben sollten, so kann ich eben so wenig dem von Dove gemachten Einwurfe bestimmen, welcher diesen Strom für wenig wirksam hält, da man nicht einsehe, weshalb er da, wo er früher und mit höherer Temperatur fließt, nämlich von der Bahama-Straße bis nach Neu-Fundland hinauf, alle die wunderbaren Eigenschaften, die Temperatur zu erhöhen, nicht besitze [83]). Der Strom kann hier nämlich zur Erhöhung der Wintertemperatur nicht so viel beitragen, weil dann die kalten West-

80) Sabine in Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 384.

81) Gehler's phys. Wörterb, N. A, III, 1004.

82) Acosta Histoire Naturelle et Morale des Indes. Paris 1602. lib. II u. III bei Robertson history of America p. 540 (Frankfurter Ausgabe).

83) Poggendorff's Annalen XI, 581.

winde und Nordwestwinde ein bedeutendes Uebergewicht haben, die warme Luft also vom Lande abwärts treiben, während in Europa die warmen Dämpfe des Stromes ankommen. Wir werden aber sogleich mehrere Thatsachen kennen lernen, welche ziemlich entschieden zu beweisen scheinen, daß der Strom dennoch die Temperatur der Küste von America so weit erhöht, als er parallel mit dieser fortfließt, und daß die Wärme dann sehr schnell abnimmt, wenn er sich nach Osten entfernt [84]).

Man hat noch verschiedene andere Gründe aufgesucht, um zu beweisen, daß die mittlere jährliche Temperatur nicht an allen Orten von einerlei Breite gleich seyn könne. Es ist häufig angenommen worden, daß die Wälder die Temperatur sehr deprimiten, und namentlich hat sich Moreau de Jonnès bemüht, den Einfluß von ihnen näher zu erörtern [85]). In bewaldeten Gegenden soll die Temperatur weit niedriger seyn; da wir nun im Innern des Festlandes von Europa so wie in America weit mehr Wälder antreffen, als an der Westküste des alten Continentes, so ist die Temperatur dort geringer als hier. Diese Differenz beträgt für das Innere von Europa 2°,4 und für America 5° [86]). Bei dieser Untersuchung stellt der Verfasser eine Menge von Beobachtungen zusammen, die in verschiedener Höhe über dem Meere angestellt sind, und wenn man diese berücksichtigt, so wird die Differenz bedeutend vermindert. Wenn es im Allgemeinen nicht zu läugnen ist, daß das Thermometer in Wäldern nicht so hoch steht, als auf freien Ebenen, so scheint dennoch die mittlere jährliche Temperatur dadurch wenig oder gar nicht geändert zu werden, sobald nicht erwiesen wird, daß die Pflanzen bei ihrem Wachsthume Wärme absorbiren und binden, ohne daß diese in der Folge wieder frei wird. Wenn auch Wälder die Temperatur des

---

84) Muncke leitet aus dem Golfstrome auch die niedrigen Barometerstände her, welche man häufig in Norwegen bemerkt. Wir werden im folgenden Abschnitte sehen, daß er diese Eigenschaft auch in America besitzt.

85) J. A. Moreau de Jonnès Untersuchungen über die Veränderungen, die durch die Ausrottung der Wälder in dem physischen Zustand der Länder entstehen. Aus d. Franz. v. W. Wiedemann. 8. Tübingen 1828.

86) Moreau de Jonnès l. l. p. 50.

sommers vielleicht nicht so hoch steigen lassen, als sonst geschehen ürde, so verhindern sie auf der andern Seite auch wieder die strahlung und damit die Erkaltung während der Nacht und im Winter. America selbst giebt uns den auffallendsten Beweis, elch einen geringen Einfluß die Wälder auf diesen Umstand haben. ie seit mehreren Jahrhunderten von Europäern bebaute Ostküste ist schon weit entwaldeter als die westlicher liegenden Gegenen, es müßte dieser Hypothese zufolge die Westküste kälter seyn. Die Erfahrung zeigt das Gegentheil. Fort Sullivan bei Eastport Maine in 44° 44′ N hat eine mittlere jährliche Temperatur on 5°,45, dieselbe beträgt dagegen im Fort George an der Münung des Columbiaflusses in 46° 18′ N, ungeachtet der größeren Breite 9°,29, obgleich hier wahrscheinlich dichtere Wälder vorhanden sind.

Freilich spricht die allgemeine Erfahrung nebst historischen Zeugnissen für diesen Einfluß der Wälder. Seitdem letztere in merica mehr ausgerottet sind, soll das Klima angenehmer geworden seyn. Die Menschen urtheilen hier nach ihrer Empfinung, Nebel, welche in den Wäldern häufig sind, erzeugen stets n Gefühl von Kälte. Ganz dasselbe wird von Europa, namentch von Deutschland erwähnt, und Moreau de Jonnes hat ine Menge von Beispielen aus den Alten zusammengestellt, welche igen sollen, wie Deutschland seit den Zeiten der Römer und der Verminderung der Wälder wärmer geworden sey. Aber bei aller chtung vor den Alten, welche Baco von Verulam einst in ie Kinderjahre des Menschengeschlechts setzte, muß ich ihr Zeugiß in dieser Hinsicht für völlig ungültig erklären. Ihnen, die an en heiteren Himmel Italiens gewöhnt waren, welche fast gar eine Sommerregen kannten, mußte der trübe Himmel Deutschnds fürchterlich erscheinen. Finden wir ja doch noch eben solche rtheile, als bei den Alten über das Klima von Deutschland, bei ranzosen und Italienern [87]). Alle diese Urtheile werden hinreiend durch folgende richtige Bemerkung von Biot charakterisirt: n général, c'est un plaisir, que l'on peut se procurer d'un bout l'Europe à l'autre, que d'entendre chacun médire de ses voius du nord. En Italie on régarde la France comme un climat

87) Vgl. Buek über Hamburgs Klima und Witterung S. 16.

rude et sévère; voyez ce qu'en dit Alfieri. Ici, nous trouvons notre pays fort beau, mais l'Angleterre nous semble le séjour des brouillards. A Londres on ne se plaint nullement du climat, mais on parle de l'Ecosse comme d'une contrée presque privée de soleil. Les Ecossais trouvent cette opinion fort ridicule, mais ils ont en grande pitié les pauvres Shetlandais. Ceux-ci, à leur tour, prétendent qu'ils ont beaucoup moins froid qu'en Ecosse, mais qu'on est bien malheureux en Islande et aux Isles Féroé. Je suis persuadé que les Islandais même ont encore quelque dédain pour le Spitzberg [88]).

Einen andern Grund nimmt Chamisso an, um zu zeigen, daß die Wärme an der Westküste Europa's höher seyn müsse, als im Innern des Landes und in America. Es soll nämlich der heiße über Africa aufsteigende Luftstrom sich nach Norden verbreiten und die Temperatur dort sehr bedeutend erheben [89]). Wenn auch nicht zu läugnen ist, daß dieser Luftstrom einen großen Einfluß auf das südliche Europa äußert, wie namentlich die eigenthümlichen Regenverhältnisse des Rhonethales und von Italien beweisen, so kann er doch auf der andern Seite dieses Phänomen nicht bedingen. Selbst zugegeben, daß die vorliegenden Kämme der Alpen und Pyrenäen seiner Ausbreitung nicht bedeutende Hindernisse entgegensetzten, so müßte er sich nach der richtigen Bemerkung von Muncke [90]) nach dem kälteren Rußland und nicht nach der wärmeren Westküste Europa's bewegen. Wir werden aber sogleich nachher sehen, daß es vorzugsweise die steilen Küsten von Norwegen sind, die sich durch eine hohe Temperatur auszeichnen.

Um die Temperatur in verschiedenen Gegenden der Erde sc zu bestimmen, wie sie wirklich ist, sind weit mehr Beobachtungen erforderlich, als bis jetzt publicirt sind, und alles was wir gegenwärtig hierüber besitzen, ist sehr fragmentarisch. Kirwan war der erste, welcher diesen Gegenstand in seiner größten Allgemeinheit

---

88) Biot Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques. 4. Paris 1821. p. 540.

89) Kotzebue Reise III, 163.

90) Gehler's Wörterbuch III, 1002.

versuchte und auf einen Gegensatz zwischen der Temperatur der
isten und des Festlandes aufmerksam machte [91]). Kirwan
b bereits Regeln an, durch welche sich die Abnahme der mitt-
en Temperatur mit der Entfernung von der Küste des Meeres
timmen ließe; aber zu sehr vermischte er das durch Erfahrung
haltene Resultat mit den aus seiner Hypothese fließenden Folge-
ngen; zu klein war die Menge von Thatsachen, welche er be-
tzen konnte, um völlig genügende Gesetze zu erhalten, und
her kann seine Arbeit gegenwärtig nur als historisch wichtig an-
sehen werden. Cotte, dessen Arbeit etwas später erschien,
ug in seinen Mémoires sur la Météorologie, namentlich im zwei-
n Bande, eine große Menge von Beobachtungen der mittleren
emperatur zusammen, aber leider muß fast diese ganze Arbeit bei
n Forderungen, welche gegenwärtig an Aufzeichnungen dieser
rt gemacht werden, unberücksichtigt bleiben; er lieferte die Mit-
l von Messungen, die zu beliebigen Tageszeiten gemacht waren,
d daher die Differenzen in den mittleren Temperaturen benach-
rter Punkte. Erst durch Humboldt's Untersuchung über die
ertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche [92]) wurde der Ge-
nstand bekannt, und diese Arbeit, welche zu höchst überraschen-
n Resultaten führte, wird noch lange Zeit als Basis bei allen
earbeitungen dieses Theiles der Meteorologie angesehen werden
üssen. Er leitete die Resultate nicht durch mathematische Spe-
ulationen her, wie Halley, Mairan, Lambert und ältere
hysiker den Gegenstand zu behandeln gewohnt waren, sondern
ie beobachteten mittleren Temperaturen machten die Grundlage
er ganzen Untersuchung aus. Späterhin hat Brewster diese
Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche in den Abhandlun-
en der Edinburger gelehrten Gesellschaft ausführlich untersucht.

Humboldt verbindet diejenigen Punkte der Erdoberfläche,
eren mittlere jährliche Temperatur gleich ist, durch Linien, welche
r Linien gleicher Wärme, Isothermen, nennt. Diese

---

91) Kirwan über die Temperatur verschiedener Breiten, in seinen Phy-
sisch-Chemischen Schriften. 8. Berlin 1785. Bd. III. S. 101.

92) Humboldt sur les lignes isothermes, in den Mém. d'Ar-
cueil III, 462—602.

Césaris Mém. de la Soc. Ital. XVIII, 74 (Parte Fisica).
W oor. register.
20h und 2h angestellt bei Cotte Mém. II, 606. Auf wahre Mittel
4.
ewregister.
83—92 in den Mannh. Ephem. u. 1811—1817 in Schouw Pflanzen=
regi
Brewster's Journ. of Sc. VI, 249.
Mainzini, und außerdem 1784 und 85 bei Balbi Essai sur Port. I, 90.
in Schouw Pflanzengeogr. S. 212.

von Goulbourn bei Cunningham Neu=Süd=Wales S. 97, und
Edinb. Journ. of Sc. I, 83.
r. reg.
t's Isothermen.
Buch in Poggendorff's Ann. XV, 316. Wegen der verschiedenen
chen Halbkugel s. Bd. I. s. 119 Anm. 29.
or. register.

:tth

Mai
18°,1
25,1
21,9
25,2
22,1
22,3
25,8
24 8
25,9
26,6
24,4
26,9
28,3
....
29,4
26,6
25,7
26,7
30,0
28,6
30,8
27,5
28,9
30,5
32,8

126) 6jähr. Beob., nämlich 4 Jahre (1749—52) von e
necken in Brewster's Journ. of Sc. D M
Heinecken. Schouw (Pflanzengeogr. S. 70) b I,
von 0°,5 an, da sich aber H.'s Thermometer im Lau r

127) Ein Jahr von Coutelle Descr. de l'Eg. XI n

128) Beob. im Jahre 1825 bei Lovell Meteor. re n.

129) Beob. im Jahre 1825 daselbst. T

130) Ein Jahr von Raper bei Kirwan über Tempe er

131) Ein Jahr (Aug. 1821—Jul. 1822) von den Missionp

132) 5jähr. Beob. (1792—95 u. 1803) von Orta bei ler

133) Beob. im Jahre 1803 von Jukes bei MalcolmF

134) Beob. im Jahre 1818 von Gibert Desmolièn

135) 2jähr. Beob. (1814 u. 1816) von Scarmann ka

rrer 1810—12 bei Humboldt Voyage XI, 261 und Ramon
ai.

561, wohl zu niedrig.

iel in Brewster's Journ. of Sc. V, 268.

Traill Asiatic res. II, 421.

of Sc. X, 17.

ravels p. 475—482. Da um 19^h und 2^h beobachtet wurde, ist die Beobachtungsort gewiß 100 Toisen über dem Meere liegt, so wird der ensirt.

ra-Leone-Küste S. 348.

ggo in Brewster's Journ. of Sc. V, 141.

n in Berghaus Annalen Octbr. 1830. S. 59.

ive p. 262. Der Februar interpolirt.

Unter den verschiedenen Ausdrücken empfiehlt sich die ormel

$$t_\varphi = a + b \cos^2\varphi$$

urch ihre Einfachheit, und wir wollen sie daher zur Bestimmung er Temperatur verschiedener Gegenden anwenden. Um die Constanten des Ausdruckes zu finden, bediene ich mich der in folgener Tafel enthaltenen Größen für die Westküste des alten Continentes.

Ort	Breite	Beob.	Berechnet	Unterschied
Sierra-Leone-Küste	8° 30′	27°,24	28°,21	+ 0°,97
Teneriffa	28. 28	21,72	21,45	— 0,27
Funchal	32. 38	19,78	19,35	— 0,43
Lissabon	38. 43	16,34	16,05	— 0,29
la Rochelle	46. 9	11,70	11,80	+ 0,10
London	51. 36	9,83	8,70	— 1,13
Eyafiord	66. 30	0,18	1,03	+ 0,85

Ich habe unter den Orten an der Küste diejenigen ausgesucht, welche das meiste Vertrauen zu verdienen scheinen, und nur Eyafiord ist vielleicht weniger brauchbar. Werden die Constanten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, so wird

$$t_\varphi = -4°,00 + 32°,93 \cos^2\varphi.$$

Für den Aequator erhalten wir darnach eine Wärme von 28°,93, für den Pol von — 4°,00. Wenn auch die beobachteten Werthe im Allgemeinen gut mit den berechneten übereinstimmen, so glaube ich doch nicht, daß wir den Ausdruck als ganz naturgemäß ansehen dürfen. Hiezu bewegt mich vorzüglich die hohe Temperatur des Aequators, für welche Atkinson durch ein völlig ähnliches Verfahren die Größe von 29°,2 fand [99]), während dieselbe an der Küste des Meeres kaum bis zu 28° zu steigen scheint. Hätte ich durch diese Formel die Temperatur von Orten an der Küste von Norwegen berechnet, dann würde sie viel zu geringe Größen gegeben haben. Lege ich dagegen die Messungen an der Westküste Scandinaviens der Herleitung eines Ausdruckes zum Grunde, dann ergiebt sich ein Resultat für den Aequator, welches

99) Humboldt in Poggendorff's Annalen VIII, 169.

noch mehr von der Wahrheit abweicht; ganz etwas Aehnliches zeigt uns die Ostküste von America, und dieses wird und muß allenthalben der Fall seyn, wenn wir durch eine so einfache Formel die Messungen auf einem gewissen Theile der Erde verbinden wollen.

Es setzt diese Formel voraus, daß die Erwärmung an allen Orten nach demselben Gesetze erfolge; betrachten wir jedoch die Erscheinungen, wie sie wirklich Statt finden, näher, so zeigt schon eine einfache Betrachtung, daß ein jeder Ausdruck dieser Art nicht naturgemäß seyn wird, wenn wir aus Beobachtungen an der Westküste Europa's die Wärme des Aequators herleiten wollen. Durch die Winterregen erhalten jene Gegenden eine höhere Temperatur, als sie sonst haben würden; das Gegentheil findet am Aequator Statt. Gerade zu den Jahres- und Tageszeiten, wo die Sonne am höchsten steht, wird ihre Einwirkung durch die dicke Bewölkung verhindert, die Wärme durch den kalten Regen deprimirt. Daher ist die Temperatur des Aequators geringer, als sie ohne diesen Umstand seyn würde. Selbst bis zu bedeutender Entfernung scheint sich diese Temperaturdepression zu erstrecken, indem an Orten, die in der Nähe des Wendekreises liegen, aber keine tropischen Regen mehr haben, die Temperatur noch einige Zeit nach der Mitte des Julius steigt, wie dieses besonders die Beobachtungen auf Teneriffa, Palma und Madera beweisen, die einen Gang zeigen, welcher ganz von dem abweicht, den wir für mittlere und höhere Breiten gefunden haben. Indem die Wärme nach dem Ende der nassen Jahreszeit über Africa steigt, nimmt sie auch über den benachbarten Inseln zu.

Wie wenig ein so einfacher Ausdruck genügt, um die mittlere Temperatur von Orten zu bestimmen, deren Breiten sehr verschieden sind, zeigt uns die Ostküste von America am besten. Die Messungen, welche hier das meiste Zutrauen verdienen, geben folgende Größen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cumana	10° 27′ N	27°,70	31°,03	+ 3°,33
Vera-Cruz	19. 12	25,00	27,19	+ 2,19
Havanna	23. 9	25,49	24,83	— 0,66
Cant. Brooke	27. 57	22,43	21,51	— 0,92
St. Augustine	29. 50	22,35	20,10	— 2,25
Cant. Clinch	30. 24	20,29	19,66	— 0,63
Fort Moultrie	32. 42	18,62	17,84	— 0,78
Fort Johnston	34. 0	19,22	16,78	— 0,44
Washington	38. 53	13,48	12,63	— 0,85
Fort Mifflin	39. 51	12,46	11,78	— 0,68
Fort Columbus	40. 42	11,40	11,05	— 0,35
Fort Wolcott	41. 30	10,44	10,34	— 0,10
Cambridge	42. 25	8,04	9,53	+ 1,49
Fort Sullivan	44. 44	5,45	7,48	+ 2,03

Diese Orte geben bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate

$$t_\varphi = -18°,22 + 50°,92 \cos^2\varphi.$$

Die nach diesem Ausdrucke berechneten Größen sind in der obigen Tafel enthalten; obgleich diese Messungen nur einen Raum von 35 Breitengraden umfassen, so zeigen doch die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen hinreichend, daß der obige Ausdruck nicht allgemein genügt, um das Gesetz der Temperaturänderungen über einen großen Theil des Meridianquadranten anzugeben, indem diese Differenzen einem bestimmten Gesetze folgen. Es ließe sich vielleicht ein Ausdruck herleiten, welcher nach den Potenzen des Cosinus der Breite geordnet wäre und mehr mit der Natur übereinstimmte; dadurch würde jedoch die Rechnung viel weitläufiger, und es scheint mir daher zweckmäßiger, die Constanten der Formel nur für eine bestimmte Anzahl von Breitengraden aufzusuchen, aber für andere Breitengrade dieselben aufs Neue aus den Beobachtungen herzuleiten, sobald die Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen bedeutender werden.

Ich will zuerst die Temperatur des Aequators an der Westküste des alten Continentes bestimmen. Hier haben wir folgende Messungen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Sierra-Leone	8° 30′ N	27°,24	27°,25	+ 0°,01
Teneriffa	28. 28	21,72	21,63	— 0,09
Funchal	32. 38	19,78	19,88	+ 0,10

Die Temperaturen an diesen drei Orten lassen sich ausdrücken durch die Gleichung

$$t_\varphi = 0^\circ,46 + 27^\circ,39 . \cos^2\varphi.$$

Die in der obigen Tafel enthaltenen Differenzen zwischen den beobachteten Werthen zeigen hinreichend, daß der Ausdruck der Natur entspricht. Hiernach liegt an der Westküste des alten Continentes

die Isotherme von 25° in 18° 49′ N
20 32. 22

Für den Aequator ergiebt sich hieraus eine mittlere Temperatur von 27°,85 und stimmt sehr nahe mit der Annahme von Humboldt, welcher diese Größe in runden Zahlen zu 27½° feststellte [1]).

Zur Bestimmung der Temperatur des Aequators finden wir an der Ostküste von America nördlich vom Aequator folgende Messungen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cumana	10° 27′ N	27°,70	27°,33	— 0°,37
Camp de Louise [2])	19. 42	25,12	25,58	+ 0,46
Vera Cruz	19. 12	25,00	25,70	+ 0,70
Havanna	23. 9	25,49	24,69	— 0,80

Die berechneten Größen sind gefunden durch den Ausdruck

$$t_\varphi = 6^\circ,30 + 21^\circ,75 \cos^2\varphi.$$

Die Differenzen sind bedeutender, als bei den Orten an der Westküste von Africa. Die Isotherme von 25° geht darnach durch den Parallelkreis von 22° 0′, die Temperatur des Aequators würde 28°,05 betragen. Um letztere Größe schärfer zu

1) Mém. d'Arcueil III, 499. und Poggendorff's Annalen III, 169.

2) Auf St. Domingo, Cotte Mem. II, 294.

Unter den verschiedenen Ausdrücken empfiehlt sich die Formel

$$t_\varphi = a + b \cos^2\varphi$$

durch ihre Einfachheit, und wir wollen sie daher zur Bestimmung der Temperatur verschiedener Gegenden anwenden. Um die Constanten des Ausdruckes zu finden, bediene ich mich der in folgender Tafel enthaltenen Größen für die Westküste des alten Continentes.

Ort	Breite	Beob.	Berechnet	Unterschied
Sierra-Leone-Küste	8° 30′	27°,24	28°,21	+ 0°,97
Teneriffa	28. 28	21,72	21,45	— 0,27
Funchal	32. 38	19,78	19,35	— 0,43
Lissabon	38. 43	16,34	16,05	— 0,29
la Rochelle	46. 9	11,70	11,80	+ 0,10
London	51. 36	9,83	8,70	— 1,13
Eyafiord	66. 30	0,18	1,03	+ 0,85

Ich habe unter den Orten an der Küste diejenigen ausgesucht, welche das meiste Vertrauen zu verdienen scheinen, und nur Eyafiord ist vielleicht weniger brauchbar. Werden die Constanten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, so wird

$$t_\varphi = -4°,00 + 32°,93 \cos^2\varphi.$$

Für den Aequator erhalten wir darnach eine Wärme von 28°,93, für den Pol von — 4°,00. Wenn auch die beobachteten Werthe im Allgemeinen gut mit den berechneten übereinstimmen, so glaube ich doch nicht, daß wir den Ausdruck als ganz naturgemäß ansehen dürfen. Hiezu bewegt mich vorzüglich die hohe Temperatur des Aequators, für welche Atkinson durch ein völlig ähnliches Verfahren die Größe von 29°,2 fand [99]), während dieselbe an der Küste des Meeres kaum bis zu 28° zu steigen scheint. Hätte ich durch diese Formel die Temperatur von Orten an der Küste von Norwegen berechnet, dann würde sie viel zu geringe Größen gegeben haben. Lege ich dagegen die Messungen an der Westküste Scandinaviens der Herleitung eines Ausdruckes zum Grunde, dann ergiebt sich ein Resultat für den Aequator, welches

99) Humboldt in Poggendorff's Annalen VIII, 169.

[illegible]

[illegible] im Sommer sich [illegible] [illegible], so ist begreiflich [illegible] [illegible] werden, [illegible]

die Temperatur selbst [illegible] derjenigen Gegenden [illegible]

[illegible] of Sc. II, §. II, [illegible]

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cumana	10° 27′ N	27°,70	31°,03	+ 3°,33
Vera-Cruz	19. 12	25,00	27,19	+ 2,19
Havanna	23. 9	25,49	24,83	— 0,66
Cant. Brooke	27. 57	22,43	21,51	— 0,92
St. Augustine	29. 50	22,35	20,10	— 2,25
Cant. Clinch	30. 24	20,29	19,66	— 0,63
Fort Moultrie	32. 42	18,62	17,84	— 0,78
Fort Johnston	34. 0	19,22	16,78	— 0,44
Washington	38. 53	13,48	12,63	— 0,85
Fort Mifflin	39. 51	12,46	11,78	— 0,68
Fort Columbus	40. 42	11,40	11,05	— 0,35
Fort Wolcott	41. 30	10,44	10,34	— 0,10
Cambridge	42. 25	8,04	9,53	+ 1,49
Fort Sullivan	44. 44	5,45	7,48	+ 2,03

Diese Orte geben bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate

$$t_{\varphi} = -18^{\circ},22 + 50^{\circ},92 \cos^{2}\varphi.$$

Die nach diesem Ausdrucke berechneten Größen sind in der obigen Tafel enthalten; obgleich diese Messungen nur einen Raum von 35 Breitengraden umfassen, so zeigen doch die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen hinreichend, daß der obige Ausdruck nicht allgemein genügt, um das Gesetz der Temperaturänderungen über einen großen Theil des Meridianquadranten anzugeben, indem diese Differenzen einem bestimmten Gesetze folgen. Es ließe sich vielleicht ein Ausdruck herleiten, welcher nach den Potenzen des Cosinus der Breite geordnet wäre und mehr mit der Natur übereinstimmte; dadurch würde jedoch die Rechnung viel weitläufiger, und es scheint mir daher zweckmäßiger, die Constanten der Formel nur für eine bestimmte Anzahl von Breitengraden aufzusuchen, aber für andere Breitengrade dieselben aufs Neue aus den Beobachtungen herzuleiten, sobald die Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen bedeutender werden.

Ich will zuerst die Temperatur des Aequators an der Westküste des alten Continentes bestimmen. Hier haben wir folgende Messungen:

bald langsamer ändert; die Orte in Florida geben einen ganz andern Ausdruck, als die Orte in dem mittleren oder nördlichen Theile der vereinigten Staaten. Stellen wir die Orte in Florida und Süd-Carolina zusammen, so wird

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cant. Brooke	27° 57′	22°,43	22°,83	+ 0°,40
St. Augustine	29. 50	22,35	21,41	— 0,94
Cant. Clinch	30. 24	20,29	20,98	+ 0,68
Fort Moultrie	32. 42	18,62	19,13	+ 0,51
Fort Johnston	34. 0	19,22	18,08	— 1,14
Washington	38. 53	13,48	13,93	+ 0,45

Der Ausdruck, durch welchen diese mittleren Temperaturen gefunden werden, ist

$$t_\varphi = -17°,03 + 51°,09 \cos^2 \varphi$$

aber kaum dürfen wir ihn auf Beobachtungen anwenden, die einige Grade außerhalb des angegebenen Raumes liegen. Nach diesem Ausdrucke liegt

die Isotherme von 20° in 31° 38′ N
15 37 39′ N

In der Mitte der vereinigten Staaten scheinen folgende Messungen an der Ostküste das meiste Zutrauen zu verdienen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Washington	38° 53′ N	13°,48	13°,68	+ 0°,20
Fort Mifflin	39. 51	12,46	12,33	— 0,13
Fort Columbus	40. 42	11,40	11,14	— 0,26
Fort Wolcott	41. 30	10,44	10,01	— 0,43
Cambridge	42. 25	8,04	8,71	+ 0,67
Fort Sullivan	44. 44	5,45	5,42	— 0,03

Die Größen lassen sich ausdrücken durch die Gleichung

$$t_\varphi = -35°,75 + 81°,58 \cos^2 \varphi.$$

Auch diese Formel dürfen wir nicht über die Gränzen der angegebenen Orte ausdehnen; denn suchten wir z. B. die Temperatur vom Canton Brooke zu bestimmen, so erhielten wir 27°,91, also mehr als 5° zu groß, dagegen für Nain in Labrador in 57° 30′ wäre

würden wir die Temperatur von — 11°,55 erhalten, während die Erfahrung — 3°,62 giebt. Suchen wir die Parallelen, durch welche die Isothermen zwischen 5° und 15° hindurchgehen, so erhalten wir folgende Größen:

Isotherme von 15°	37° 56'; vorher fanden wir	
	37. 39	
Mittel	37. 48	
10°	40. 45	
5°	45. 2	

Vom Fort Sullivan bis zu Nain im Labrador in 57°,0' ist mir eine einzige Messung bekannt; um daher die Temperatur an dem nördlichen Theile der Ostküste America's zu bestimmen, will ich Cambridge, Fort Sullivan, Nain und Okak in Labrador zusammenstellen.

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cambridge	42° 25'	8°,04	7°,60	— 0°,44
Fort Sullivan	44. 44	5,45	5,84	+ 0,39
Nain	57. 0	— 3,62	— 3,22	+ 0,40
Okak	57. 30	— 3,24	— 3,57	— 0,33

Diese vier Orte geben den Ausdruck

$$t_\varphi = -16°,15 + 43°,58 \cos^2\varphi$$

und es liegt darnach die

Isotherme von 5°	in	45° 51' N; vorher fanden wir	
		45. 2	
Mittel		45. 26	
0°	in	52. 30	
— 5°	in	59. 37	
— 10°	in	67. 40	
— 10°	in	79. 30	

Die Temperatur des Poles würde nach diesem Ausdrucke — 16°,15, die des Aequators 28°,05 seyn, letztere zufällig genauer als nach irgend einer der so eben gegebenen Functionen; dagegen würden wir bei den Zwischenpunkten Fehler von mehreren Graden begehen, wenn wir ihre mittlere Temperatur nach dieser Gleichung berechnen wollten.

	Breite	Beobacht.	Berechnet	Unterschied
Ullensvang	60° 20′	7°,20	7°,46	+ 0°,2
Bergen	60. 24	8,18	7,41	— 0,77
Unst (Shetl. Ins.)	60. 42	7,48	7,17	— 0,31
Söndmör	62. 32	5,28	5,75	+ 0,4
Drontheim	63. 26	4,48	5,04	+ 0,5
Nord-Cap	71. 10	0,07	— 0,13	— 0,2

Der Ausdruck, durch welchen die berechneten Größen ge-funden sind, ist

$$t_{\varphi} = -5°,75 + 53°,93 \cos^2\varphi;$$

wird derselbe mit dem Ausdrucke für Schottland und Island ver-glichen, so zeigt sich, daß der Coefficient von $\cos^2\varphi$ derselbe ist, daß also die Temperatur in beiden Gruppen für gleiche Breitendiffe-renzen um dieselben Größen abnimmt; aber die Temperatur der Westküste Norwegens ist um 2°,6 höher als in Schottland und auf Island. Diese Küste wird geschnitten von der

Isotherme von 5° in 63° 23′ N.
0° 70. 56.

Ehe ich die Temperaturabnahme in anderen Gegenden untersuche, scheint es mir zweckmäßig, die Größen zu vergleichen, die wir an den gegenüber liegenden Ufern des atlantischen Meeres gefunden haben. Die Isothermen gehen hier durch folgende Punkte:

	Küste von America	Westküste des alten Continentes	Westküste von Norwegen
Isotherme von 25°	22° 0′ N	18°. 49′ N	
20	31. 38	31. 27	
15	37. 48	41. 33	
10	40. 45	52. 3	
5	45. 26	60. 7	63°. 23
0	52. 30	66. 48	70. 56
— 5	59. 37	75. 33	
—10	67. 40		
—15	79. 30		

Obgleich sich im Allgemeinen die Isothermen von der Ostküste Ame-rica's [illegible] Westküste Europa's gegen Norden heben, so fin

wir doch in niederen Breiten eine Anomalie, indem die Iso-
me von 25° die Westküste von Africa 3° südlicher schneidet,
die Ostküste des neuen Continentes. Ob diese Anomalie ihren
nd darin habe, daß den Bestimmungen nicht eine hinreichende
ahl von Messungen zum Grunde liegt, muß künftigen Beob-
tern zur Entscheidung überlassen bleiben. Jedoch scheint es
keineswegs unmöglich, daß wirklich eine solche Biegung
att finden könne, und der Grund hievon ist die große Strö-
ng durch das atlantische Meer. Indem unter dem Aequator
große Wassermenge nach Westen getrieben wird, muß diese
der Ostküste Africa's wieder ersetzt werden, was nur dadurch
glich wird, daß Wasser aus höheren Breiten hinzuströmt, das
hwendig eine geringere Temperatur hat, als es vermöge seines
standes vom Aequator haben würde. Auch haben die Schiffer
den capverdischen Inseln, bei den canarischen Inseln und Ma-
a starke nach Süden gehende Ströme bemerkt [9]), welche sich
der Küste Africa's gegen den Golf von Guinea bewegen. Der
matorialstrom zeichnet sich hier, wo er seinen Anfang nimmt,
ch eine ungewöhnlich niedrige Temperatur aus [10]), welche
auf dem Wege gegen America nach und nach zunimmt. Die
ingere Temperatur des Meeres an der Oberfläche wird dazu
tragen, die Wärme der Luft zu deprimiren, während das er-
rmte und bei America vorbeifließende Wasser hier das Gegen-
il bewirkt.

In der Breite von dreißig und einigen Graden nimmt die
nperatur an der Ostküste des neuen Continentes sehr schnell
, erst später erfolgt wieder eine langsamere Verminderung der
irme, aber in der gedachten Gegend entfernt sich der Golf-
om plötzlich vom Lande. Von dieser Breite an ist die Wärme
ropa's bedeutend höher, woran theils die Westwinde, theils
Temperatur des Golfstromes Schuld sind. Besonders zeigt
diese große Wärme in steil vom Meere aufsteigenden Gegen-
, wie in Norwegen und auf den shetländischen Inseln, wo die

) Romme Tableaux des vents, des courans et des marées I,
210.

10) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 394.

Weniger auffallende Anomalieen finden wir an der West-Küste von Europa. Stellen wir hier die Beobachtungen zusammen, welche an der Küste das meiste Zutrauen zu verdienen scheinen, so erhalten wir folgende Größen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Funchal	32° 38	19°,78	19°,10	— 0°,68
Lissabon	38. 43	16,34	16,34	0
la Rochelle	46. 9	11,70	12,80	+ 1,10
Gosport	50. 48	10,97	10,59	— 0,38
London	51. 30	9,83	10,26	+ 0,43
Dublin	53. 21	9,56	9,40	— 0,16
Kendal	54. 17	8,07	8,98	+ 0,91
Edinburgh	55. 58	8.64	8,22	— 0,42
Kinfauns Castle	56. 23	8,00	8,03	+ 0,03
Ullensvang	66. 20	7,20	6,34	— 0,86

Die in dieser Tafel enthaltenen Größen lassen sich durch den Ausdruck

$$t_\varphi = -0°,39 + 27°,48 \cos^2\varphi$$

darstellen; Funchal scheint nicht mehr ganz in diese Gruppe zu gehören, und eben so wenig Ullensvang in Norwegen, dagegen bis nach Schottland stimmen die beobachteten und berechneten Werthe gut überein, da die bedeutende Differenz in Rochelle ihren Grund vielleicht darin hat, daß die mittlere Temperatur dieses Ortes noch nicht hinreichend scharf bestimmt ist. Werden hieraus die Punkte hergeleitet, in denen die Isothermen die Westküste Europa's treffen, so finden wir die

Isotherme von 20° in 30° 32′ N; vorher fanden wir 32. 22

Mittel	31. 27
15°	41. 33
10°	52. 3

Verfolgen wir die Abnahme der Temperatur weiter nach Norden, so zeigt sich sehr deutlich, wie wir zwei verschiedene Gruppen zu unterscheiden haben; in Schottland und Irland ist die Temperatur in derselben Breite mehrere Grade kleiner als an der West-

küste Norwegens; die shetländische Insel Unst liegt mit einer ganz anomalen Temperatur zwischen Schottland und Island, ich will sie daher bei Bestimmung der Constanten ausschließen, was um so mehr erlaubt scheint, da die Temperatur hier aus demselben Grunde so bedeutend erhöht wird, als in Norwegen.

Entwickeln wir einen Ausdruck, um die Temperaturabnahme von Schottland bis Island kennen zu lernen, so können wir folgende Beobachtungen zur Bestimmung der Constanten anwenden:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Edinburgh	55° 58′	8°,64	8°,49	— 0°,15
Kinfauns Castle	56. 23	8,00	8,15	+ 0,15
Eyafiord (Island)	66. 30	0,18	0,20	+ 0,02

Die Gleichung wird für diese Breiten

$$t_\varphi = -8°,35 + 53°,78 \cos^2\varphi.$$

Und hieraus ergiebt sich für die

Isotherme von	5°	60° 7′ N
	0°	66. 48
	— 5°	75. 33

Hätten wir die Temperatur der Insel Unst in 60° 42′ N berechnet, so würden wir 4°,53 erhalten haben, während die Erfahrung eine um 3° höhere Temperatur giebt. Noch weiter nördlich scheint diese Formel gültig zu seyn, wenigstens leitet L. v. Buch aus den Sommerbeobachtungen Scoresby's für das Polarmeer in 78° N die mittlere Temperatur von — 6°,75 her[8]), während die obige Formel — 6°,03 giebt: eine Differenz, die bei Bestimmungen dieser Art wohl zu übersehen scheint.

Die Westküste Norwegens zeichnet sich durch eine hohe Temperatur aus, wie die in folgender Tafel enthaltenen Messungen zeigen:

8) v. Buch Canar. Ins. p. 176. L. v. Buch giebt für diese Breite die Temperatur von — 6°,7 R., eine nochmalige Vergleichung der Elemente hat mir — 6°,75. C. gegeben.

	Breite	Beobacht.	Berechnet	Unterschied
Ullensvang	60° 20′	7°,20	7°,46	+ 0°,26
Bergen	60. 24	8,18	7,41	— 0,77
Unst (shetl. Inf.)	60. 42	7,48	7,17	— 0,31
Söndmör	62. 32	5,28	5,75	+ 0,47
Drontheim	63. 26	4,48	5,04	+ 0,56
Nord-Cap	71. 10	0,07	— 0,13	— 0,20

Der Ausdruck, durch welchen die berechneten Größen ge- funden sind, ist

$$t_\varphi = -5°,75 + 53°,93 \cos^2\varphi;$$

wird derselbe mit dem Ausdrucke für Schottland und Island ver- glichen, so zeigt sich, daß der Coefficient von $\cos^2\varphi$ derselbe ist, daß also die Temperatur in beiden Gruppen für gleiche Breitendiffe- renzen um dieselben Größen abnimmt; aber die Temperatur an der Westküste Norwegens ist um 2°,6 höher als in Schottland und auf Island. Diese Küste wird geschnitten von der

Isotherme von 5° in 63° 23′ N.
0° 70. 56.

Ehe ich die Temperaturabnahme in anderen Gegenden untersuche, scheint es mir zweckmäßig, die Größen zu vergleichen, die wir an den gegenüber liegenden Ufern des atlantischen Meeres gefunden haben. Die Isothermen gehen hier durch folgende Punkte:

	Küste von America	Westküste des alten Continentes	Westküste von Norwegen
Isotherme von 25°	22° 0′ N	18°. 49′ N	
20	31. 38	31. 27	
15	37. 48	41. 33	
10	40. 45	52. 3	
5	45. 26	60. 7	63°. 23′ N
0	52. 30	66. 48	70. 56
— 5	59. 37	75. 33	
—10	67. 40		
—15	79. 30		

Obgleich sich im Allgemeinen die Isothermen von der Ostküste Ame- rica's gegen die Westküste Europa's gegen Norden heben, so sch

n wir doch in niederen Breiten eine Anomalie, indem die Iso-
:rme von 25° die Westküste von Africa 3° südlicher schneidet,
| die Ostküste des neuen Continentes. Ob diese Anomalie ihren
:und darin habe, daß den Bestimmungen nicht eine hinreichende
;zahl von Messungen zum Grunde liegt, muß künftigen Beob-
)tern zur Entscheidung überlassen bleiben. Jedoch scheint es
r keinesweges unmöglich, daß wirklich eine solche Biegung
tatt finden könne, und der Grund hievon ist die große Strö-
ung durch das atlantische Meer. Indem unter dem Aequator
e große Wassermenge nach Westen getrieben wird, muß diese
der Ostküste Africa's wieder ersetzt werden, was nur dadurch
iglich wird, daß Wasser aus höheren Breiten hinzuströmt, das
thwendig eine geringere Temperatur hat, als es vermöge seines
bstandes vom Aequator haben würde. Auch haben die Schiffer
i den capverdischen Inseln, bei den canarischen Inseln und Ma-
ra starke nach Süden gehende Ströme bemerkt [9]), welche sich
der Küste Africa's gegen den Golf von Guinea bewegen. Der
:quatorialstrom zeichnet sich hier, wo er seinen Anfang nimmt,
rch eine ungewöhnlich niedrige Temperatur aus [10]), welche
ſt auf dem Wege gegen America nach und nach zunimmt. Die
ringere Temperatur des Meeres an der Oberfläche wird dazu
itragen, die Wärme der Luft zu deprimiren, während das er-
irmte und bei America vorbeifließende Wasser hier das Gegen-
:il bewirkt.

In der Breite von dreißig und einigen Graden nimmt die
mperatur an der Ostküste des neuen Continentes sehr schnell
, erst später erfolgt wieder eine langsamere Verminderung der
ärme, aber in der gedachten Gegend entfernt sich der Golf-
om plötzlich vom Lande. Von dieser Breite an ist die Wärme
ropa's bedeutend höher, woran theils die Westwinde, theils
Temperatur des Golfstromes Schuld sind. Besonders zeigt
diese große Wärme in steil vom Meere aufsteigenden Gegen-
, wie in Norwegen und auf den shetländischen Inseln, wo die

) Romme Tableaux des vents, des courans et des marées I,
210.

0) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 394.

	Breite	Beobacht.	Berechnet	Unterschied
Ullensvang	60° 20′	7°,20	7°,46	+ 0°,26
Bergen	60. 24	8,18	7,41	— 0,77
Unst (Shetl. Ins.)	60. 42	7,48	7,17	— 0,31
Söndmör	62. 32	5,28	5,75	+ 0,47
Drontheim	63. 26	4,48	5,04	+ 0,56
Nord-Cap	71. 10	0,07	— 0,13	— 0,20

Der Ausdruck, durch welchen die berechneten Größen ge-funden sind, ist

$$t_\varphi = -5^\circ,75 + 53^\circ,93 \cos^2\varphi;$$

wird derselbe mit dem Ausdrucke für Schottland und Island ver-glichen, so zeigt sich, daß der Coefficient von $\cos^2\varphi$ derselbe ist, daß also die Temperatur in beiden Gruppen für gleiche Breitendiffe-renzen um dieselben Größen abnimmt; aber die Temperatur an der Westküste Norwegens ist um 2°,6 höher als in Schottland und auf Island. Diese Küste wird geschnitten von der

Isotherme von 5° in 63° 23′ N.
0° 70. 56.

Ehe ich die Temperaturabnahme in anderen Gegenden untersucht, scheint es mir zweckmäßig, die Größen zu vergleichen, die wir an den gegenüber liegenden Ufern des atlantischen Meeres gefunden haben. Die Isothermen gehen hier durch folgende Punkte:

	Küste von America	Westküste des alten Continentes	Westküste von Norwegen
Isotherme von 25°	22° 0′ N	18°. 49′ N	
20	31. 38	31. 27	
15	37. 48	41. 33	
10	40. 45	52. 3	
5	45. 26	60. 7	63°. 23′
0	52. 30	66. 48	70. 56
— 5	59. 37	75. 33	
— 10	67. 40		
— 15	79. 30		

Obgleich sich im Allgemeinen die Isothermen von der Ostküste Ame-rica's gegen die Westküste Europa's gegen Norden heben, so fin-

n wir doch in niederen Breiten eine Anomalie, indem die Iso-
:rme von 25° die Westküste von Africa 3° südlicher schneidet,
die Ostküste des neuen Continentes. Ob diese Anomalie ihren
und darin habe, daß den Bestimmungen nicht eine hinreichende
zahl von Messungen zum Grunde liegt, muß künftigen Beob-
ntern zur Entscheidung überlassen bleiben. Jedoch scheint es
r keinesweges unmöglich, daß wirklich eine solche Biegung
tatt finden könne, und der Grund hievon ist die große Strö-
mng durch das atlantische Meer. Indem unter dem Aequator
e große Wassermenge nach Westen getrieben wird, muß diese
der Ostküste Africa's wieder ersetzt werden, was nur dadurch
öglich wird, daß Wasser aus höheren Breiten hinzuströmt, das
thwendig eine geringere Temperatur hat, als es vermöge seines
standes vom Aequator haben würde. Auch haben die Schiffer
den capverdischen Inseln, bei den canarischen Inseln und Ma-
:a starke nach Süden gehende Ströme bemerkt [9]), welche sich
der Küste Africa's gegen den Golf von Guinea bewegen. Der
quatorialstrom zeichnet sich hier, wo er seinen Anfang nimmt,
rch eine ungewöhnlich niedrige Temperatur aus [10]), welche
t auf dem Wege gegen America nach und nach zunimmt. Die
ringere Temperatur des Meeres an der Oberfläche wird dazu
itragen, die Wärme der Luft zu deprimiren, während das er-
irmte und bei America vorbeifließende Wasser hier das Gegen-
il bewirkt.

In der Breite von dreißig und einigen Graden nimmt die
mperatur an der Ostküste des neuen Continentes sehr schnell
, erst später erfolgt wieder eine langsamere Verminderung der
irme, aber in der gedachten Gegend entfernt sich der Golf-
om plötzlich vom Lande. Von dieser Breite an ist die Wärme
ropa's bedeutend höher, woran theils die Westwinde, theils
Temperatur des Golfstromes Schuld sind. Besonders zeigt
diese große Wärme in steil vom Meere aufsteigenden Gegen-
, wie in Norwegen und auf den shetländischen Inseln, wo die

) Romme Tableaux des vents, des courans et des marées I,
210.

) Sabine in Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 394.

starken Winterregen im Stande sind, die mittlere Wärme um mehrere Grade zu erhöhen.

Für das Innere von Nord-America können wir einen Ausdruck entwickeln, welcher die sämmtlichen vorhandenen Messungen hinreichend scharf wiedergiebt. Diese Beobachtungen sind folgende:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Natchez	31° 28′	18°,28	19°,74	+ 1,46
Cant. Jesup	31. 30	20,12	19,71	— 0,41
Cincinnati	39. 6	12,12	12,63	+ 0,51
Council Bluffs	41. 25	10,90	10,37	— 0,53
Fort Crawford	43. 3	7,23	8,76	+ 1,53
Fort Snelling	44. 53	7,10	6,94	— 0,16
Fort Brady	46. 39	4,89	5,19	+ 0,30
Cumberland House	54. 0	0,24	— 1,95	— 2,19
Fort Enterprise	64. 30	— 12,13	— 11,04	+ 1,09
Winter-Insel	66. 12	— 12,48	— 12,32	+ 0,16
Igloolik-Insel	69. 20	— 13,89	— 14,49	— 0,60
Melville-Insel	74. 47	— 16,93	— 17,65	— 0,72

Aus diesen Aufzeichnungen ergiebt sich der Ausdruck

$$t_\varphi = -21°,56 + 56°,77 \cos^2\varphi.$$

Hätten wir die Beobachtungen zwischen $31\frac{1}{2}°$ und $46\frac{1}{2}°$ einzeln combinirt, so hätten wir die Gleichung

$$t_\varphi = -21°,83 + 56°,56 \cos^2\varphi.$$

erhalten; die Messungen zwischen $44°\frac{3}{4}$ und $74\frac{3}{4}$ geben

$$t_\varphi = -21°,32 + 56°,98 \cos^2\varphi.$$

Beide Ausdrücke stimmen also so gut überein, als man es bei Untersuchungen dieser Art erlangen kann: ein Beweis, daß die Temperaturabnahme im Innern von America nach demselben nur vorzugsweise durch die Sonnenhöhe bedingten Gesetze abnimmt. Leiten wir hieraus die Punkte her, in denen die Isothermen den Meridian von etwa 90° westlicher Länge schneiden, so erhalten wir folgende Größen:

Isotherme von	20° in	30° 40′
	15	36. 10
	10	41. 20
	5	46. 50
	0	51. 50
	— 5	57. 40
	— 10	63. 30
	— 15	70. 30

Um die Temperaturverhältnisse an der Westküste von America anzugeben, besitze ich nur Aufzeichnungen im Fort George an der Mündung des Columbiaflusses in 46° 18′; darnach ist die mittlere Temperatur 9°,29, mehrere Grade größer als in derselben Breite an der Ostküste des neuen Continentes. Um diese Temperaturänderung mit der Entfernung vom Aequator beiläufig zu bestimmen, will ich diese Messung mit der in Hawaii combiniren; darnach ist die mittlere Temperatur 24°,02 in der Breite von 19° 30′ N, und wir erhalten durch beide Bestimmungen den Ausdruck

$$t_{\varphi} = -7°,38 + 34°,94 \cos^2 \varphi.$$

Für den Aequator erhielten wir darnach eine mittlere Wärme von 27°,56, wie wir dieselbe oben bestimmten, und es scheint darnach, daß der Ausdruck ziemlich genüge, um die Temperatur dieser Gegenden vom Aequator bis zu einer Breite von 50° zu berechnen.

Leiten wir aus dieser Gleichung die Breitenkreise her, in denen die einzelnen Isothermen die Westküste America's erreichen, und stellen diese mit dem im Innern und an der Ostküste gefundenen Bestimmungen zusammen, so erhalten wir folgende Tafel:

Isotherme von	Westküste von America	Inneres von America	Ostküste von America
25°	15° 42′ N		22° 0′ N
20	27. 43	30° 40′ N	31. 38
15	36. 50	36. 10	37. 48
10	45. 9	41. 20	40. 45
5	53. 28	46. 50	45. 26
0	62. 38	51. 50	52. 30
— 5	74. 52	57. 40	59. 37
— 10		63. 30	67. 40
— 15		70. 30	79. 30

In niederen Breiten scheint die mittlere Temperatur an der Westküste von America etwas geringer zu seyn, als im Innern und an der Ostküste, und auch hier müssen wir eben so wie bei der Vergleichung der Westküste des alten und der Ostküste des neuen Continentes den Grund in den Meeresströmen suchen. Durch die Passate wird ein lebhafter westlicher Strom erzeugt, welchen die Schiffer auf dem hohen Meere fast allgemein wahrgenommen haben [11]; dieses fortgetriebene Wasser wird von Norden her ersetzt, daher gehen die Ströme bei Californien nach Süden [12], an den Küsten von Peru und Chili führt ein Strom höherer Breiten kaltes Wasser gegen den Aequator. Der dänische Seeofficier Dirckinck von Holmfeldt fand im Hafen von Callao die Temperatur des Meerwassers im August 15°,7, im März 19°,6, während die Temperatur des Meeres außerhalb des Stromes 26 bis 27° beträgt [13]. Dieses an den Westküsten der Continente vorbeistreichende kalte Wasser deprimirt die Wärme. Weiter nördlich, wo die Südwestwinde die vorherrschenden sind und feuchte und warme Luftmassen gegen das Festland führen, wird die Temperatur an der Westküste wieder größer, indem bei der Isotherme von 5° der Unterschied beider Küsten 8 Breitengrade beträgt. Ob diese höhere Temperatur noch weiter nördlich, wo beide Continente näher an einander rücken, fortdaure, muß durch Beobachtungen in den russischen Colonieen entschieden werden. Sehr wahrscheinlich wird es indessen, daß die Temperatur an beiden Küsten von America größer sey, als im Innern des Landes, und daß sich die Isothermen im Innern stark nach Süden biegen. Zu demselben Resultate in Betreff der Biegung der Isothermen ist auch Brewster gekommen, und er folgert aus seinen Untersuchungen, daß der Pol nicht der kälteste Punkt der Erde sey, sondern daß es zwei Punkte größter Kälte, Kältepole, gebe, welche im Innern beider Continente liegen und sich in Meridianen befinden, welche etwa 90° von dem des westlichen Europa entfernt sind. Beide fallen, seiner Meinung nach, nahe mit den Magnetpolen zusam-

11) Romme Tableaux I, 252.

12) Ibid. p. 258.

13) Humboldt über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit S. 22.

ten[14]); wogegen Humboldt glaubt, das Minimum der mittleren jährlichen Temperatur liege nach Capitän Sabine's Untersuchungen im Nordwesten von Melville's Insel im Meridiane der Beringsstraße, wahrscheinlich in 82 bis 83 Grad Breite[15]). Da das Land sich nördlich von der Beringsstraße wieder von einander entfernt, da ferner durch diese Straße stets ein starker Strom nach NO geht[16]), welcher sich in der Fury- und Hecla-Straße nach den Erfahrungen Parry's nach Osten bewegt und dann durch die Baffins-Bai ins atlantische Meer zu gehen scheint; so halte ich es für wahrscheinlich, daß der Meridian, in welchem die Temperatur am kleinsten ist, weit östlicher liege, als Sabine angiebt, da dieser Strom nothwendig dazu beitragen muß, die Temperatur des nordwestlichen Theiles von America zu erhöhen.

Ueber die Temperatur im Innern und an der Ostküste des alten Continentes fehlt es noch sehr an Beobachtungen; um jedoch die Lage der Isothermen so lange annähernd zu bestimmen, bis künftige Messungen uns eines Bessern belehrt haben, will ich die wenigen vorhandenen Messungen in den Längen von 55° und 90° O, so wie an der Ostküste einzeln zusammenstellen. In der Länge von 55° haben wir die drei folgenden mittleren Temperaturen:

Abushehr	$\varphi = 28^\circ\ 18'$,	$t = 25^\circ{,}03$
Slatoust[17])	$\varphi = 55.\ 8$,	$t = 2{,}49$
Kasan	$\varphi = 55.\ 44$,	$t = 3{,}08$

Diese Messungen geben den Ausdruck

$$t_\varphi = -12^\circ{,}97 + 48^\circ{,}96 \cos^2\varphi.$$

Man kann hier den Einwurf machen, daß namentlich Abushehr eine Hitze habe, welche durch das umliegende dürre Land zu einem hohen Grade gesteigert werde, jedoch ist dieses der vorherrschende Charakter des ganzen Plateaus von Iran, wo bis zu dem Gebirgszuge am südlichen Rande des caspischen Meeres Wälder fast unbekannt sind. Durch die Trockenheit der Atmosphäre muß die Wärme in niederen Breiten eben so sehr gesteigert werden, als sie

14) Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 310 u. 317.
15) Humboldt l. l. S. 20.
16) Kotzebue Reise I, 155 u. 157.
17) Annähernd aufs Niveau des Meeres reducirt.

in höheren Breiten durch die Begünstigung der Wärmestrahlung in den Winternächten deprimirt wird. Daher glaube ich, daß Abusheher sehr gut als Repräsentant des Klimas jener Gegenden dienen kann.

In der Länge von etwa 90° können uns Calcutta und Barnaul zur annähernden Bestimmung der Temperatur dienen:

Calcutta $\phi = 22°\ 35'$, $t = 26°,27$
Barnaul [18]) $\phi = 53.\ 20$, $t = \ 2,00$

Beide geben den Ausdruck

$$t_\varphi = -\ 15°,45 + 48°,94 \cos^2\phi.$$

Endlich dienen folgende Orte an der Ostküste Asiens zur annähernden Bestimmung der Temperatur:

		Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Aequator	0° 0′	27°,50	28°,02	+ 0°,52
Manilla	14. 36	25,60	25,68	+ 0,08
Macao	22. 10	23,30	22,77	— 0,53
Canton	23. 8	23,97	22,34	— 1,63
Nangasaki	32. 45	16,01	17,26	+ 1,25
Peking	39. 54	12,55	12,88	+ 0,33

Diese Messungen geben den Ausdruck

$$t_\varphi = -\ 8°,75 + 36°,77 \cos^2\phi.$$

Wir erhalten demnach für das Innere und die Ostküste des alten Continentes folgende Punkte, durch welche die einzelnen Isothermen gehen:

Isotherme von	Länge 55° O	Länge 90° O	Ostküste
24°	28° 20′ N	19° 18′ N	16° 39′ N
20	34. 51	31. 40	27. 50
15	40. 55	37. 56	36. 31
10	47. 37	43. 51	44. 26
5	52. 43	49. 44	52. 18
0	59. 2	55. 22	60. 48
— 5	66. 12	62. 29	

18) Annähernd aufs Niveau des Meeres reducirt.

Stellen wir demnach die Gesetze zusammen, zu denen wir durch die vorhergehenden Untersuchungen geführt sind, so erhalten wir für die Temperatur der nördlichen Halbkugel folgende Resultate:

1) An den Küsten der größeren Continente beträgt die mittlere Wärme des Aequators 27°,74; im Innern großer Continente scheint die Wärme etwas größer zu seyn, indem sie im Innern Africa's bis zu 29°,2 steigt, während die Messungen in der Südsee darauf zu deuten scheinen, daß die Temperatur mitten im großen Ocean etwas geringer sey. Die Isothermen fallen also nicht, wie Humboldt glaubt, in niederen Breiten mit den Parallelkreisen zusammen: ein Resultat, zu welchem früher auch schon Brewster gekommen war [19].

2) Die Isotherme von 25° durchschneidet die Westküste America's nördlich von Acapulco, hebt sich schnell gegen Norden, geht durch die Insel Cuba, senkt sich sodann nach Süden und erreicht die Westküste Africa's nördlich von den Inseln des grünen Vorgebirges, hebt sich sodann gegen Norden, geht durch Fezzan nach Abushehr, hierauf nördlich von Benares fort nach Calcutta und durchschneidet die Ostküste Asiens westlich von der Insel Luçon.

3) Die Isotherme von 20° geht mitten durch Californien, hebt sich schnell gegen Norden, erreicht in der Nähe von Charlestown die Ostküste America's, die Westküste des alten Continentes zwischen den canarischen Inseln und Madera, hebt sich darauf etwas gegen Norden, läuft zwischen Creta und der ägyptischen Küste fort, geht in der Nähe von Bagdad vorbei und erreicht die Ostküste Asiens westlich von den Ludschu-Inseln in der chinesischen Provinz Tsche-kiang.

4) Die Isotherme von 15° durchschneidet die Westküste America's in Neu-Californien nördlich von der Mission San Carlos de Monterey, läuft von hier ziemlich gerade nach Osten, hebt sich dann ein wenig nach Norden und geht durch den südlichen Theil der Chesapeak-Bai; von hier steigt sie gegen

19) Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 316.

die Azoren und erreicht die Westküste Europa's an der Gränze von Spanien und Portugal, läuft in der Nähe von Rom vorbei, scheint mitten durch das caspische Meer zu gehen, sich dann gegen Süden zu senken und erreicht die Ostküste Asiens in der nördlichen Hälfte der Insel Niphon.

5) Die Isotherme von 10° durchschneidet die Westküste America's in Neu-Albion südlich von der Mündung des Columbiaflusses, senkt sich von hier nach Süden, geht südlich vom Michigan-See fort durch die Gebiete Illinois, Indiana und Ohio und erreicht die Küste des atlantischen Meeres in der Nähe von Neu-York. Von hier hebt sie sich gegen Norden und hat in der Nähe von London ihren convexen Scheitel; sodann senkt sie sich gegen Deutschland, läuft in der Nähe von Frankfurt und Wien fort, scheint südlich von Astrachan fortzulaufen, hierauf in der Wüste Schamo ihren concaven Scheitel zu erreichen, sich endlich gegen die Ostküste Asiens wieder zu heben und mitten durch die Kette der Kurilen zu gehen.

6) Die Isotherme von 5° scheint durch Königin-Charlotte-Insel zu gehen, um sich von hier gegen Süden zu senken, läuft durch den nördlichen Theil des Michigan- und Huronen-Sees und erreicht die Ostküste America's in der Nähe von Halifax; von hier hebt sie sich schnell nach Norden und erreicht die Westküste Norwegens in der Nähe von Drontheim; senkt sich von hier schnell nach Süden, läuft in der Nähe von Stockholm, Riga und Moscau vorbei, scheint sodann nördlich von Orenburg fortzugehen, in der Nähe von Kiachta ihren concaven Scheitel zu erreichen, sich von hier gegen die Küste des großen Oceans zu heben und diese im südlichen Theile von Kamtschatka zu erreichen.

7) Die Isotherme von 0° scheint die Westküste America's zwischen dem Norton-Sunde und der Bristolbai nördlich von der Halbinsel Alaschka zu durchschneiden, senkt sich schnell nach Süden, läuft zwischen dem oberen See und der Hudsonsbai fort, und erreicht die Ostküste von Labrador an ihrem östlichen Vorsprunge nördlich von Neu-Fundland. Von hier hebt sie sich gegen Norden, geht durch Island

und erreicht ihren convexen Scheitel im nördlichen Theile von Norwegen. Von hier senkt sie sich schnell nach Süden, läuft zwischen Uleaborg und dem weißen Meere fort, sodann nördlich von Wjätka und Perm, senkt sich noch weiter östlich nach Süden, indem sie nördlich von Barnaul fortläuft, und scheint sich später sehr gegen die Ostküste Asiens zu heben und diese im nördlichen Theile von Kamtschatka zu erreichen.

8) Die Isotherme von — 5° scheint nördlich von der Beringsstraße durch das nördliche Eismeer in einer Breite von 76° zu gehen; darauf senkt sie sich schnell nach Süden, geht durch den Sklaven-See, südlich vom Fort Churchill in die Hudsonsbai, scheint sich hier wieder nach Norden zu heben, in etwa 59° nördlicher Breite die Ostküste America's zu erreichen und in der Nähe von Spitzbergen ihren größten Abstand vom Aequator zu haben, worauf sie sich schnell gegen Süden senkt, zwischen Nowaja Semlia und dem weißen Meere die Nordküste des Festlandes erreicht, sich noch immer tiefer senkt, späterhin sich aber wieder hebt, zwischen den Mündungen der Indigerka und Kolyma die Küste des Eismeeres wieder erreicht, um sich mit dem zuerst gedachten Arme zu verbinden.

Die Gestalt der bisher betrachteten Isothermen habe ich auf der ersten Tafel mit ausgezogenen Linien angegeben. Es ist nun die Frage, wie groß die Temperatur des Nordpoles sey. Da noch kein Schiffer über den 82sten Grad der Breite gekommen ist, so lassen sich über diesen Punkt nur Hypothesen aufstellen. Mayer glaubte, diese Temperatur betrage 0°, und eben dieses geben die Formeln von d'Aubuisson, diese Größe ist jedoch jedenfalls zu klein, da wir schon in Island und auf Mageröe dieselbe finden; die Formel von Kirwan giebt — 0°,5, die von Schmidt — 3°,46; Brewster bestimmte sie zu — 11°,7 (11° F.) [20]. Ausführlicher hat Arago diesen Gegenstand untersucht [21]. Er unterscheidet zwei Fälle: entweder erstreckt sich das Festland oder

20) Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 316.

21) Ann. de chimie XXVII, 434.

das Meer bis zum Pole. Für den ersteren Fall legt er die Bestimmungen zu Cumberland-House, Rain, Fort Enterprise, Winter-Insel, Iglooliк-Insel und Melville's-Insel zum Grunde; eine daraus hergeleitete Formel, die er nicht mittheilt, giebt für den Pol eine Temperatur von etwa — 52° C, während wir oben bei Anwendung der Beobachtungen im Innern von Nordamerica — 21°,32 fanden. Sodann wendet er die Messungen zu Christiania, Edinburgh, Eyafiord und einige annähernde Bestimmungen auf dem grönländischen Meere an; erstreckte sich das Meer bis zum Pole, so würde dessen mittlere Temperatur — 18° seyn, und Arago nimmt daher als Mittel beider Bestimmungen — 25° an.

Wir haben im Obigen mehrere Beispiele gefunden, welche zeigen, wie wenig man diesen Interpolationsformeln trauen dürfe, wenn man weit über die Gegend hinausgeht, für welche sie entwickelt worden sind. Die Schiffer haben nun fast übereinstimmend gefunden, daß im hohen Norden auf dem offenen Meere Ströme vorhanden sind, welche eine Richtung gegen den Pol haben; die neueren Untersuchungen von Wrangel an der Küste Sibiriens, die Reisen von Parry und andere Umstände machen es sehr wahrscheinlich, daß wir am Pole Wasser, oder sein Analogon Eis, finden. Suchen wir daher zuerst die Temperatur des Poles unter der Voraussetzung auf, daß das Meer sich bis zu ihm erstrecke, so geben uns die obigen Ausdrücke folgende Größen:

Schottland und Island	— 8°,35
Westküste von America	— 7,38
Ostküste von Asien	— 8,75
	— 8,16

Die Größen stimmen so gut überein, als man es bei Untersuchungen dieser Art verlangen kann, und es scheint darnach die mittlere Wärme des Poles etwas unter — 8° zu seyn. Die Messungen an der Ostküste von America würden uns — 16°,15 gegeben haben; doch habe ich diese Bestimmung ausgeschlossen, weil nördlich von den Punkten noch Grönland liegt, und weil die Luft durch die Polarströme aus dem nördlichen Theile von Baffins-Bai be[...]d erkaltet wird.

Diese Größe, welche wir für den Pol gegeben haben, ist bedeutend geringer als die Temperatur derjenigen Orte, an denen Franklin und Parry ihre Beobachtungen anstellten. Zeichnen wir jedoch die Isothermen auf eine Charte, welche die Länder um den Nordpol vorstellt, so deutet die Biegung derer von 5°, 0° und — 5°, für welche wir noch mehrere directe Messungen besitzen, daß sie im nördlichen Theile beider Continente in sich selbst zurücklaufende Linien sind. Ich habe es versucht, auf Tafel II diese Linien darzustellen; darnach würde ein kältester Punkt, den Brewster Kältepol nennt, nördlich von Barrows-Straße liegen und eine Temperatur von etwa — 20° bis — 25° haben; ein zweiter Punkt würde nahe mit dem Vorgebirge Sewerowostochnoi (Taimura) zusammenfallen und seine Wärme etwa — 15° bis — 20° seyn [22]).

Die Ursache dieser merkwürdigen Differenz wird durch die Meeresströme und durch die Wärme des Wasserdampfes bedingt. Ehe ich daher die Wärme der Luft weiter verfolge und namentlich die Temperatur der südlichen Halbkugel näher betrachte, scheint

22) Als ich das Obige niederschrieb, kannte ich die Abhandlung Brewster's kaum mehr als dem Namen nach; die Biegung der Isothermen in der Nähe des Nordpoles machte es mir sehr wahrscheinlich, daß seine Ansicht die naturgemäße sey. Erst während des Druckes dieser Zeilen erhielt ich das 8te Heft der neuen Reise des Edinburgh Journal of Science (Aprilheft 1831), worin Brewster seinen vor 11 Jahren in der königl. Societät vorgelesenen Aufsatz mittheilt. Er glaubt, daß sich die Temperatur des westlichen Europa am einfachsten durch einen Ausdruck darstellen lasse, welcher blos den Cosinus der Breite enthält, es ist nämlich in Graden des Fahrenheit'schen Thermometers $T = 81\frac{1}{2} \cos. Lat.$ Er glaubt ferner, daß die beiden Kältepole in etwa 80° N und 95° O und 100° W von Greenwich liegen; der americanische etwa 5° nördlich von Graham-Moore's-Bai im Polarmeere, der asiatische nördlich von der Taimura-Bai nahe am Nordost-Cap. Bezeichnet nun D den sphärischen Abstand eines Punktes von dem Kältepole, so wird seine Temperatur in Graden des Fahrenheit'schen Thermometers

$$T = 86°,3 \sin D - 8\frac{1}{2}°$$

wenn er in dem americanischen Pole zunächst liegt; dagegen

$$T = 81°,8 \sin D + 1°$$

wenn er dem asiatischen Pole näher liegt. Darnach beträgt also die mittlere Temperatur des americanischen Poles — 19°,7, die des asiatischen — 17°,2.

es mir zweckmäßig, die Wärme des Meerwassers anzugeben, weil auch diese es wahrscheinlich macht, daß wir zwei solche Kältepole im Innern des Festlandes annehmen müssen.

Das Wasser der großen Oceane wird durch die Passate regelmäßig nach Westen getrieben und später von den Westwinden nach höheren Breiten geführt. Indem auf diese Art das Wasser so gegen die Pole bewegt, muß es aus höheren Breiten wieder ersetzt werden. Da das kalte Wasser eine geringere Dichtigkeit hat, so wird es den Gesetzen der Hydrostatik gemäß sich in der Tiefe bewegen und an den Westküsten der Continente zwischen den Wendekreisen die Oberfläche erreichen. Diese Polarströme sind Ursache, daß das Wasser in der Tiefe eine geringere Temperatur hat, als an der Oberfläche. Alle Seefahrer, welche hierüber Versuche angestellt haben, fanden eine mit der Tiefe schnell abnehmende Wärme. Namentlich machte Péron auf diesen Umstand aufmerksam [23]) und in der Folge hat Horner den Gegenstand mehrmals untersucht [24]). Kotzebue stellte hierüber eine schätzbare Reihe von Beobachtungen an, welche, von Horner untersucht, zwar noch keine scharfen numerischen Resultate geliefert haben, diese Temperaturabnahme aber bestimmt zeigen. Folgende Tafel enthält die Resultate einiger Versuche von Kotzebue in dem großen Oceane, wie sie Horner zusammengestellt hat:

Monat	Oberfläche	80 Faden	100 F.	200 F.	300 F.	400 F.	Breite	Länge
April	26°,8	. . . .	21°,5	12°,4	. . .	. . .	18° S	125 W
April	26,8	. . . .	22,3	13,5	. . .	. . .	15 S	134
Mai	28,2	. . . .	16,9	. . .	. . .	. . .	1 N	177
Novbr.	30,6	. . . .	13,4	. . .	. . .	. . .	9 N	204
—	28,7	17,6	. . .	. . .	. . .	. . .	12 N	210
Decbr.	27,6	16,0	. . .	. . .	. . .	. . .	16 N	240
—	27,1	20,8	. . .	. . .	. . .	. . .	18 N	224
Sept.	25,1	. . . .	16,2	11,0	. . .	. . .	28 N	152
Jun.	23,4	. . . .	16,9	. . .	11,8	. . .	29 N	199
Sept.	22,5	. . . .	11,6	8,8	6,7	6,0	36 N	147
Jun.	16,2	. . . .	11,6	. . .	6,2	. . .	37 N	199

Alle Versuche beweisen diese Abnahme der Temperatur mit der Tiefe, jedoch macht Horner schon auf die Abhängigkeit von der Breite aufmerksam. Nehmen wir nämlich die Aenderung der Tem-

23) Péron Voyage II, 327.

24) Krusenstern Reise III, 131. Kotzebue Reise II, 233.

mperatur für eine Tiefe von 100 Faden, wo die meisten Mes-
igen angestellt sind, so erhalten wir

in 18°	S	4°,8
15		4,5
1	N	11,3
9	N	17,2
28½	N	7,7
36½	N	7,7

o eine weit schnellere Abnahme am Aequator als in höheren
eiten. Dasselbe zeigen die von Horner zusammengestellten
essungen Kotzebue's im atlantischen Meere. Eben so fand
oß eine geringe Abnahme der Temperatur mit der Tiefe in der
affinsbai [25]). In einem Falle betrug die Wärme in 100 Fa-
n Tiefe — 1,1, in 200 Faden — 1°,7, in 400 Faden
- 2°,2, und in 660 Faden — 3°,6 [26]). Obgleich hier die
mperatur an der Oberfläche nicht angegeben ist, so ist die Aen-
rung von 100 bis 200 Faden doch weit geringer als in niederen
reiten; ja es scheint sogar aus den Versuchen von Scoresby
folgen, daß im grönländischen Meere die Wärme mit der Tiefe
nehme [27]).

Horner ist geneigt, die ungleich schnelle Abnahme der
emperatur darin zu suchen, daß die senkrechten Strahlen der
onne zwischen den Wendekreisen das Wasser auf eine größere
iefe durchdringen, als in Breiten, in denen die Sonne nie im
enith steht. Mir scheint es wahrscheinlicher, daß die Polarströme
mittleren Breiten eine größere Tiefe haben, als am Aequator,
o sie endlich die Oberfläche erreichen.

Obgleich die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes nicht
eher, sondern mehr in eine specielle Naturgeschichte des Meeres
hört, so war es nöthig denselben zu erwähnen, weil wir uns
raus manche Anomalieen in der Temperatur des Meeres an der
berfläche zu erklären im Stande sind. Treffen die Polarströme
f ihrem Wege sehr bedeutende Bänke, dann werden sie näher

25) Ross Entdeckungsreise S. 109.

26) l. l. S. 121.

27) Scoresby Reise S. 257.

es mir zweckmäßig, die Wärme des Meerwassers anzugeben, wo
auch diese es wahrscheinlich macht, daß wir zwei solche Kältepole
im Innern des Festlandes annehmen müssen.

Das Wasser der großen Oceane wird durch die Passate regel-
mäßig nach Westen getrieben und später von den Westwinden nach
höheren Breiten geführt. Indem auf diese Art das Wasser sich
gegen die Pole bewegt, muß es aus höheren Breiten wieder ersetzt
werden. Da das kalte Wasser eine geringere Dichtigkeit hat, so
wird es den Gesetzen der Hydrostatik gemäß sich in der Tiefe bewegen
und an den Westküsten der Continente zwischen den Wendekreisen
die Oberfläche erreichen. Diese Polarströme sind Ursache, daß
das Wasser in der Tiefe eine geringere Temperatur hat, als an
der Oberfläche. Alle Seefahrer, welche hierüber Versuche ange-
stellt haben, fanden eine mit der Tiefe schnell abnehmende Wärme.
Namentlich machte Péron auf diesen Umstand aufmerksam [23],
und in der Folge hat Horner den Gegenstand mehrmals unter-
sucht [24]. Kotzebue stellte hierüber eine schätzbare Reihe von
Beobachtungen an, welche, von Horner untersucht, zwar noch
keine scharfen numerischen Resultate geliefert haben, diese Tempe-
raturabnahme aber bestimmt zeigen. Folgende Tafel enthält die
Resultate einiger Versuche von Kotzebue in dem großen Ocean,
wie sie Horner zusammengestellt hat:

Monat	Oberfläche	80 Faden	100 F.	200 F.	300 F.	400 F.	Breite	Länge
April	26°,8	....	21°,5	12°,4	...	...	18° S	125 W
April	26,8	....	22,3	13,5	...	...	15 S	134
Mai	28,2	....	16,9	...	...	...	1 N	177
Novbr.	30,6	....	13,4	...	...	...	9 N	204
—	28,7	17,6	...	...	...	...	12 N	210
Decbr.	27,6	16,0	...	...	...	...	16 N	240
—	27,1	20,8	...	...	...	...	18 N	224
Sept.	25,1	....	16,2	11,0	...	...	28 N	152
Jun.	23,4	....	16,9	...	11,8	...	29 N	199
Sept.	22,5	....	11,6	8,8	6,7	6,0	36 N	147
Jun.	16,2	....	11,6	...	6,2	...	37 N	199

Alle Versuche beweisen diese Abnahme der Temperatur mit
der Tiefe, jedoch macht Horner schon auf die Abhängigkeit von
der Breite aufmerksam. Nehmen wir nämlich die Aenderung der
Tem-

23) Péron Voyage II, 327.

24) Krusenstern Reise III, 131. Kotzebue Reise II, 233.

mperatur für eine Tiefe von 100 Faden, wo die meisten Mes- | gen angestellt sind, so erhalten wir

in 18° S	4°,8
15	4,5
1 N	11,3
9 N	17,2
28½ N	7,7
36½ N	7,7

o eine weit schnellere Abnahme am Aequator als in höheren reiten. Dasselbe zeigen die von Horner zusammengestellten essungen Kotzebue's im atlantischen Meere. Eben so fand oss eine geringe Abnahme der Temperatur mit der Tiefe in der affinsbai [25]). In einem Falle betrug die Wärme in 100 Fa- n Tiefe — 1,1, in 200 Faden — 1°,7, in 400 Faden - 2°,2, und in 660 Faden — 3°,6 [26]). Obgleich hier die emperatur an der Oberfläche nicht angegeben ist, so ist die Aen- rung von 100 bis 200 Faden doch weit geringer als in niederen reiten; ja es scheint sogar aus den Versuchen von Scoresby folgen, dass im grönländischen Meere die Wärme mit der Tiefe nehme [27]).

Horner ist geneigt, die ungleich schnelle Abnahme der emperatur darin zu suchen, dass die senkrechten Strahlen der onne zwischen den Wendekreisen das Wasser auf eine grössere iefe durchdringen, als in Breiten, in denen die Sonne nie im enith steht. Mir scheint es wahrscheinlicher, dass die Polarströme mittleren Breiten eine grössere Tiefe haben, als am Aequator, o sie endlich die Oberfläche erreichen.

Obgleich die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes nicht eher, sondern mehr in eine specielle Naturgeschichte des Meeres hört, so war es nöthig denselben zu erwähnen, weil wir uns raus manche Anomalieen in der Temperatur des Meeres an der berfläche zu erklären im Stande sind. Treffen die Polarströme f ihrem Wege sehr bedeutende Bänke, dann werden sie näher

25) Ross Entdeckungsreise S. 109.

26) l. l. S. 121.

27) Scoresby Reise S. 257.

an die Oberfläche geführt, und indem sie sich mit den superficiellen Schichten mischen, so wird die Temperatur deprimirt. Seitdem namentlich Franklin den Gebrauch des Thermometers in der Schifffahrt empfahl, haben sich sehr viele Reisende von der Brauchbarkeit dieses Instrumentes bei der Erkennung weit ausgedehnter Sandbänke überzeugt. Wollen wir daher die mittlere Temperatur des Meeres an der Oberfläche kennen lernen, so müssen wir diejenigen Messungen ausschließen, die in der Nähe von Sandbänken angestellt sind. Bei Neu-Fundland hat das Wasser wegen der großen Sandbank im Norden eine sehr geringe, am südlichen Rande wegen des Golfstromes eine sehr hohe Temperatur, und hierin haben wir einen neuen Grund für die sehr schnelle Abnahme der Wärme in jenen Gegenden.

Die Temperatur des Wassers ändert sich an der Oberfläche im Laufe des Tages sehr wenig, und nur zur Zeit von Windstille wird diese Aenderung auffallender [28]), erreicht aber im Durchschnitte noch nicht die Größe von einem Grade. Daß jedoch eine solche Abhängigkeit von den Tageszeiten vorhanden sey, geht aus den Messungen von J. Davy [29]), Martius [30]) und Péron [31]) hervor. Nach Davy findet das Minimum der Temperatur zur Zeit des Sonnenaufganges, das Maximum etwa um 3 Uhr Abends Statt. Jedoch können wir die vorhandenen Messungen als der mittleren Temperatur des Tages entsprechend annehmen, indem sich selbst eine Beobachtung zur Zeit der größten oder kleinsten Wärme kaum um ½° vom Mittel entfernt.

Wichtiger ist die Abhängigkeit der Temperatur von den Jahreszeiten. Die Größen, welche mehrere Beobachter in verschiedenen Zeiten an wenig entfernten Stellen gefunden haben, zeigen oft sehr bedeutende Differenzen. Um diese Abhängigkeit und die bei jeder Beobachtung erforderliche Correction zu finden, würden sehr viele Messungen in verschiedenen Jahreszeiten erforderlich seyn. Um die einzelnen Beobachtungen einigermaßen auf die mittlere Temperatur zu reduciren, habe ich nahe in derselben

28) Humboldt Voyage II, 91.

29) Phil. Trans. 1817. p. 284.

30) Spix u. Martius Reise I, 75.

31) Péron Voyage I, 75.

Breite die Aufzeichnungen von verschiedenen Reisenden nach den Monaten zusammengestellt; dadurch erhielt ich folgende Größen, welche zu den Messungen in den einzelnen Monaten addirt oder davon subtrahirt werden müssen, wenn man die mittlere jährliche Wärme daraus ableiten will:

Januar	+ 1°,9	Julius	— 2°,2
Februar	+ 2,2	August	— 3,1
März	+ 2,4	Septbr.	— 2,9
April	+ 1,9	Octbr.	— 1,6
Mai	+ 0,7	Novbr.	+ 0,3
Junius	— 0,8	Decbr.	+ 1,3

Es scheint demnach, als ob das Meer seine geringste Wärme in der ersten Hälfte des März, seine größte am Ende Augusts habe, doch steigt die Differenz zwischen den Extremen kaum bis zu 6°.

Weit unbedeutender sind die Aenderungen zwischen den Wendekreisen, indem dort die größte Correction kaum einen Grad erreicht, und da wir hier Messungen zu allen Jahreszeiten besitzen, so ist es am zweckmäßigsten, diese nach den Monaten zu ordnen und aus ihnen das Mittel zu nehmen, da die Differenzen, welche wir zwischen den Messungen in verschiedenen Jahreszeiten finden, kein ganz regelmäßiges Gesetz zeigen.

Reisende, welche aus einer Halbkugel der Erde in die andere übergegangen sind, haben eine Region des heißesten Wassers angetroffen. Dieses Maximum der Temperatur fanden Churruca und Rodmann im atlantischen Meere im October in 6° N, dagegen Lamarche zu derselben Zeit in 9° 57′ N; im März fand es Quevedo in 2° 1′ S, dagegen J. Davy auf seiner Reise nach Ceylon in 4° 2′ N; im April traf es Perrins in 0° 15′ N; im Mai fand es Kotzebue in 3° 6′ N, dagegen Davy auf seiner Rückreise nach England zwischen 1° 24′ und 4° 13′ N, also etwa in 2° 48′ N; im Junius fand es Abercrombie in 8° 55′ N. Diese Größen zeigen hinreichend, daß diese Lage von den Jahreszeiten abhängt, und eine ähnliche Verrückung scheinen auch die Aufzeichnungen im großen Oceane und im indischen Meere zu beweisen.

Für die Temperatur des heißesten Wassers in diesen Regionen fanden Churruca 28°,7, Perrins 28°,2, Rodmann

28°,8, Quevedo 28°,6, Lamarche 29°,1, Humboldt 29°,3, Davy 27°,7 und 27°,9 im atlantischen und 27°,6 im indischen Meere, Kotzebue 29°,1 im indischen und 29°,2 im atlantischen Meere, Abercrombie 28°,6; als Mittel erhalten wir also 26°,6. Humboldt scheint diese Größe als die mittlere Temperatur der Oberfläche des Meeres am Aequator anzusehen: nachdem er nämlich außer seinen eigenen Messungen noch die von Churruca, Perrins, Quevedo und Rodmann mitgetheilt hat, fährt er fort: das Maximum der Temperatur der Meere, welches 28 bis 29° beträgt, beweist mehr als jede andere Betrachtung, daß der Ocean im Allgemeinen etwas wärmer ist, als die Atmosphäre, mit welcher er unmittelbar in Berührung steht und deren mittlere Temperatur am Aequator etwa 26° bis 27° erreicht. Es ist kein vollkommenes Gleichgewicht zwischen beiden Elementen möglich, theils weil die Winde Luft vom Aequator zu den Polen führen, theils weil in Folge der Verdunstung Wärme absorbirt wird [32]). Jedenfalls sind die angegebenen Größen nur Extreme und die vorhandenen Messungen machen es wahrscheinlich, daß die mittlere Temperatur des Wassers am Aequator wenigstens nicht größer ist, als diejenige, welche oben für die Temperatur der Luft in den Küstengegenden gegeben wurde.

Auf die Temperatur in höheren Breiten haben die Meeresströmungen einen sehr bedeutenden Einfluß; dieses ist namentlich mit dem Golfstrome der Fall, und Angaben in diesem müssen ausgeschlossen werden, wenn wir die mittlere Temperatur im atlantischen Meere in verschiedenen Breiten kennen lernen wollen. Wie sehr die Temperatur durch Ströme geändert werde, davon erzählt Kotzebue ein Beispiel. Am 1sten und 2ten April traf derselbe in 34° N und 194° W einen sehr starken Strom, welcher das Schiff 36 Meilen nach SW, am 2ten 37 Meilen nach SO trieb, dabei kam eine hohe See aus Süden, welche die Gewalt des Stromes, der noch mehrere Tage fortdauerte und sich durch grüne Farbe des Wassers auszeichnete, bedeutend minderte [33]). Wie schnell aber die Temperatur sich dabei änderte, zeigen folgende Messungen:

32) Humboldt Voyage II, 86.

33) Kotzebue Reise II, 98.

April 1	in 34° 24′N,	Temp.	16°,2
2	34. 5		14,0
7	40. 22		8,5
8	41. 22		6,4

also bei einem Breitenunterschiede von 7° sank die Temperatur um 10°. Daß diese starke Temperaturabnahme ihren Grund in dem erwähnten Strome habe, geht wohl am besten daraus hervor, daß Bayly im Mai in einer 20° höhern Breite eine Temperatur von 5° und Kotzebue eben daselbst im September 8°,5 beobachtete.

Ganz vorzüglich wirksam auf die Depression der Wärme ist die Nähe von Eismassen. So fand Franklin im Julius in 58° N und 48° W in der Nähe einer Eismasse eine Temperatur von 4°,2, in der Entfernung einer halben Seemeile 5°,0; bei einer andern Beobachtung betrug die Wärme zwischen dem Eise 1°,7, am Rande der Eismassen 3°,3, und in der Entfernung von zwei Seemeilen 5°,3 [34]). Hieraus und aus den Strömungen müssen wir es uns erklären, wie Irwing in der Breite von 75° N im September eine Temperatur von 12°,7 erhielt, während Roß im October in 63° 53′ N nur 0°, Scoresby im August in 71° 24′ ebenfalls 0° fand. Eine völlig ähnliche Anomalie fand Forster in der südlichen Halbkugel, denn im December betrug die Wärme in 55° S — 0°,9 und stieg im Januar in 40° S bis 2°,7, also 2°,7 höher als die Größe, welche Roß im Mai in derselben nördlichen Breite erhalten hatte.

Da nur eine verhältnißmäßige geringe Zahl von Reisenden ihre Beobachtungen mitgetheilt haben, so sind wir noch nicht im Stande alle Anomalieen dieser Art zu entfernen, und die in folgender Tafel gegebenen Größen sind nur als Annäherung an die Wahrheit anzusehen. Die Hülfsmittel, welche ich bei Construction dieser Tafeln anwendete, sind folgende:

Horner in Krusenstern's Reise Band III. S. 240, daselbst sind auch die Messungen von Forster, Irwing, Bayly mitgetheilt.

Humboldt, Voyage II, 76, theilt außer seinen Messungen auch einige von Churruca, Rodmann und Quevedo mit, welche ich nur aus diesen Mittheilungen benutzen konnte.

---

34) Franklin Narrative p. 10. 11.

Péron Voyage II, 323.
Kotzebue Reise, an verschiedenen Stellen.
J. Davy in Phil. Trans. 1817. p. 285, und in Edinb. Journal of Sc. I, 120. und II, 246.
Abercrombie in Phil. Trans. 1778. p. 389.
Lamarche in **Gilbert's** Annalen LXVI, 159.
Spix und **Martius** Reise nach Brasilien, an verschiedenen Stellen.
Ross Entdeckungsreise.
Scoresby Reise auf den Wallfischfang.
Sabine in **Schweigger's** Jahrbuch N. R. XXI, 377.
Perrins in **Nicholson's** Journal 1804. p. 131.

Stellen wir die Messungen in der nördlichen Halbkugel sowohl im atlantischen Meere als in dem großen Ocean von 3 zu 3 Breitengraden zusammen, so erhalten wir folgende mittlere Temperaturen der nördlichen Halbkugel:

Breite	Atlantisches Meer			Großer Ocean		
	Beob.	Ber.	Untersch.	Beob.	Ber.	Untersch.
0°	25°,93	26°,39	+ 0°,46	27°,60	28°,67	+ 1°,07
3° N	26,16	26,32	+ 0,16	.....		
6	27,37	26,13	— 1,24	.....		
9	25,84	25,81	— 0,03	27,72	27,88	+ 0,16
12	25,50	25,37	— 0,13	27,02	27,28	+ 0,26
15	24,21	24,82	+ 0,61	26,46	26,51	+ 0,05
18	23,35	24,15	+ 0,80	25,71	25,60	— 0,11
21	22,70	23,37	+ 0,67	24,95	24,54	— 0,41
24	22,39	22,50	+ 0,11	22,97	23,35	+ 0,38
27	21,61	21,55	— 0,06	23,44	22,05	— 0,39
30	21,51	20,52	— 0,99	21,72	20,63	— 1,09
33	20,50	19,42	— 1,08	19,51	19,12	— 0,39
36	18,99	18,28	— 0,71	17,48	17,55	+ 0,07
39	17,25	17,09	— 0,16	16,10	15,92	— 0,18
42	15,15	15,88	+ 0,73	13,44	14,02	+ 0,58
45	13,93	14,65	+ 0,72	10,69	12,26	+ 1,57
48	14,02	13,88	— 0,14	11,93	10,50	— 1,43
51	......	11,59	.....	6,40	8,29	+ 1,89
54	10,50	9,36	— 1,14	4,43	6,52	+ 2,09
57	......	7,20	.....	4,38	4,80	+ 0,42
60	9,00	5,14	— 3,86	4,34	3,17	— 1,17
63	0,43	3,20	+ 2,77	2,57	1,63	— 0,94
66	— 3,60	1,40	+ 5,00		0,20	.....
69	......	— 0,24	.....	0,55	— 1,10	— 1,65
72	— 3,65	— 1,70	+ 1,88			
75	— 2,54	— 2,96	— 0,42			
78	— 1,40	— 4,01	— 2,61			
81	— 3,22	— 4,84	— 1,62			

Die obige Tafel zeigt hinreichend, wie wenig genau bis jetzt ie Temperatur des Meeres in verschiedenen Breiten bekannt ist, ı die Zahlen noch viele Anomalieen zeigen. Um diese zum Theil ı entfernen und das Gesetz der Aenderung mit der Breite besser zu berſehen, will ich denselben Ausdruck anwenden, dessen wir uns i der Temperatur der Luft bedienten; jedoch auch hier zeigen die Ɩessungen im atlantischen Meere, daß wir nicht im Stande sind, nen einzigen Ausdruck für die Messungen vom Aequator bis in die Ɩähe des Poles zu entwickeln.

Bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate erɩlten wir im atlantischen Meere bis zur Breite von 48° die Ɩeichung

$$t_\varphi = 2°,91 + 23°,48 \cos \varphi$$

ie nördlicher gefundenen Größen geben

$$t_\varphi = -5°,92 + 44°,23 \cos^2 \varphi.$$

m großen Oceane geben die Messungen bis zur Breite von 48°

$$t_\varphi = -3°,52 + 32°,19 \cos^2 \varphi.$$

ıgegen die Beobachtungen von 42 bis 69°

$$t_\varphi = -5°,60 + 35°,07 \cos^2 \varphi.$$

Die nach diesen Ausdrücken berechneten Größen sind schon in der bigen Tafel enthalten. In niederen Breiten ist die Temperatur s Wassers wenigstens im atlantischen Meere kälter als die Luft ber dem Lande, während in höheren Breiten das Gegentheil statt findet, und hieraus scheint die ungleiche Temperatur der ontinental- und Küstengegenden in der nördlichen Halbkugel sehr nfach zu folgen. Nur im großen Ocean ist die Wärme des Wasɩs in der Nähe des Aequators höher; die meisten Bestimmunɩn beruhen hier aber auf den Angaben eines einzigen Reisenden ɩotzebue), so daß sich jetzt noch nicht entscheiden läßt, ob der cean in jenen Gegenden eine so hohe Temperatur habe.

Es ist wohl mehr einem bloßen Zufalle zuzuschreiben, daß Temperatur des Poles nach den Messungen in beiden Meeren nahe übereinstimmende Größen giebt; wir finden nämlich

Atlantisches Meer	— 5°,92
Großer Ocean	— 5,60
Mittel	— 5,76

So lange bis zahlreichere Messungen namentlich in höheren Brei-
ten schärfere Thatsachen zur Bestimmung dieser Temperatur darbie-
ten werden, können wir diese Größe als der Wahrheit nahe kommen
ansehen; für die Wärme der Luft fanden wir — 8°,16, als
einige Grade weniger, und dieses muß auch der Fall seyn, da
durch den Austausch der Luftmassen über dem kältern Festland
und dem wärmern Meere die Temperatur der Atmosphäre de-
primirt werden muß. Die gefundene Größe für die Temperatur
des Oceans macht übrigens die schon vorher erwähnte Biegung
der Isothermen in höheren Breiten noch wahrscheinlicher; zugleich
aber sehen wir hieraus, wie wenig naturgemäß die Ansicht der-
jenigen Geographen und Physiker ist, welche am Pole ein offenes
Meer erwarten, da bei der angegebenen Temperatur das Wasser
gefroren ist.

Um die Temperaturverhältnisse der südlichen Halbkugel zu
bestimmen, bleibt uns kaum etwas anders übrig, als die Verglei-
chung der Temperatur des Meerwassers. Stellen wir hier eben
so wie in der nördlichen Halbkugel die mittleren Wärmegrade
von 5 zu 5 Breitengraden zusammen, so erhalten wir folgende
Größen:

Breite	Atlantisches Meer			Großer Ocean			Indisches Meer		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
0	25°,93	26°,90	+0°,97	27°,60	28°,24	+0°,64	27°,08	27°,10	+0°,02
3	26,28	26,83	+0,57	....	28,14	......	26,89	27,03	+0,14
6	25,87	26,58	+0,71	....	27,84	......	26,54	26,82	+0,28
9	25,69	26,19	+0,50	....	27,38	......	26,62	26,4[illegible]	−0,13
12	25,23	25,64	+0,41	....	26,63	......	25,56	26,02	+0,26
15	24,16	24,95	+0,79	....	25,75	......	25,76	25,43	−0,32
18	24,06	24,12	+0,06	26,60	24,69	−1,91	24,97	24,72	−0,25
21	24,97	23,16	−1,81	24,40	23,46	−0,94	24,40	23,89	−0,51
24	24,21	22,07	−1,14	23,65	22,09	−1,56	22,65	22,97	+0,31
27	21,49	20,88	−0,61	....	20,56	......	21,42	21,96	+0,54
30	20,20	19,60	−0,60	19,60	18,93	−0,67	21,05	20,86	−0,64
33	19,03	18,24	−0,79	19,00	17,19	−1,81	20,16	19,67	−0,49
36	17,55	16,81	−0,74	14,00	15,53	+1,53	18,18	17,88	−0,30
39	15,45	15,33	−0,12	14,65	13,61	−1,04	......	14,43	.....
42	11,96	13,40	+1,45	12,50	11,71	−0,79	......	12,32	.....
45	11,45	11,58	+0,13	12,50	9,68	−2,82	......	9,79	.....
48	10,70	9,78	−0,92	....	7,64	......	6,60	7,25	+0,65
51	5,31	6,56	+1,25	....	5,62	......	......	4,75	.....
54	......	4,48	.....	−1,75	3,66	+5,41	−0,80	2,30	+3,10
57	......	2,46	.....	2,80	1,75	−1,05	−0,80	−0,07	+0,73
60	−1,71	0,54	+2,25	....	−0,07	......	......	−2,33	.....
63	0,00	−1,27	−1,27	−0,10	−1,78	−1,68	−1,40	−4,46	−3,06
66	−1,70	−2,95	−1,25						

grases (Dactilis caespitosa)." [38]). Freilich ein eigenes Klima in 54°½ südlicher Breite, welches nur zwei Pflanzen erzeugen soll, aber Cook's Schilderung von dieser Insel zeigt, daß Glätscher sich von den in die Wolken ragenden Gebirgen bis an die Küste des Meeres erstreckten [39]); da jedoch die Expedition Cook's nur kurze Zeit am Lande war, so konnte unmöglich, wie Schon bemerkt [40]), die ganze Flora der Insel untersucht werden. Auch erwähnt der Capitän ausdrücklich noch „einer Pflanze, die wie Moos aussah" [41]); Weddell sagt, das Gras wachse in Büschen bis zu zwei Fuß Höhe [42]) und er habe allerlei Gemüse gefunden, welches zwar einen bittern Geschmack hatte, aber kräftig gegen den Scharbock wirkte [43]). Selbst mehrere Grade südlicher zeigt Neu-Süd-Shetland (zwischen 61° und 63°) noch ein Gras nebst einem Moose, das dem isländischen ähnlich ist [44]).

Eben so abschreckend lautet die Schilderung, welche J. R. Forster vom Feuerlande macht: „Die westliche Küste des Feuerlandes ist ein nacktes und ödes Felsengebirge, mit schneebedeckten Gipfeln. In einem großen Hafen desselben, nordwestwärts vom Cap Horn, wo wir einige Tage zubrachten [45]), fand man nirgends eine Spur des Pflanzenreichs, ausgenommen auf etlichen flachen, felsigen Holmen, die mit einem sumpfigen, moosartigen Wasen bedeckt waren und in den niedrigsten Thälern oder Bergklüften ein kleines Gesträuch, darunter nur selten ein Baum war, aufzuweisen hatten" [46]). Dagegen erwähnt Cook einen großen Reichthum von Pflanzen nebst Wäldern [47]). Wollen wir hier dem Urtheile des Naturforschers auch ein größeres Gewicht geben, so müssen wir annehmen, daß Forster das Unglück gehabt habe,

38) J. R. Forster Bemerkungen S. 146.
39) Cook Second Voyage II, 213.
40) Schouw Pflanzengeogr. S. 393.
41) Cook l. l.
42) Weddell Reise S. 39.
43) Ebend. S. 37.
44) Ebend. S. 81.
45) Es war Christmas-Sound in 55° 27′ S. u. 70° 16 W. Cook Sec. Voy. II, 185.
46) Forster Bemerkungen S. 145.
47) Cook Second Voyage II, 187.

nach einer Gegend zu kommen, wo keine Pflanzen vorhanden waren; denn noch etwas südlicher, in der St. Franciscus-Bai 55° 54′ S, 67° 30′ W) konnte Weddell Bäume zu Brettern sägen lassen [48]. Weit glücklicher war der aufmerksame Banks in der St. Vincents-Bai neben der Straße le Maire (nahe 55° S); denn in Zeit von vier Stunden fand er mehr als 100 neue Pflanzen; daneben treffliches Gras und viel gutes Holz. Die Birken (Betula antarctica), aus denen die Wälder meistens bestanden, hatten einen Stamm von 30 bis 40 Fuß Länge und 2 bis 3 Fuß Dicke [49]. Buchen (Fagus antarctica), die an der Straße le Maire gefunden wurden, könnten eben so wie die Birken zu Zimmerholz dienen [50]. Und doch scheinen wir annehmen zu müssen, daß hier an der Küste die Bäume nicht einmal gehörig ausgewachsen waren; denn nur einen Grad nördlicher fand Byron im Hungerhafen (Port Famine, 53° 44′ S) in der Magellans-Straße die schönsten Bäume, die er jemals gesehen hatte, so daß er überzeugt war, daß man aus dieser Gegend die ganze brittische Marine mit den besten Masten der Welt versehen könnte. Einige Bäume waren sehr hoch und hatten mehr als 8 Fuß im Durchmesser; in den Wäldern fand er sehr viele Papageyen [51]. Wahrlich, wo solche Bäume noch wachsen, wo die Menschen fast nackt herumgehen, da können die Winter nicht übermäßig kalt seyn; nur im Sommer wird durch die vielen Regen, die hier eben so leicht möglich sind als in den Fjorden von Norwegen, der Aufenthalt sehr unangenehm seyn.

Wenn demnach Süd-Georgia eine so geringe Zahl von Pflanzen zeigt, so müssen wir die Ursache dieses Mangels nicht so wohl in der geringen mittlern Temperatur, als vielmehr in der

48) Weddell Reise S. 94.

49) Hawkesworth Geschichte II, 43.

50) Ebend. S. 60.

51) Ebend. I, 88. Hieraus folgt übrigens von selbst, daß Forster's oft wiederholte Behauptung (Bemerkungen S. 85), daß die Berge des Feuerlandes im Sommer bis an die Meeresküste mit Schnee bedeckt seyen, unrichtig ist. Im Mai ist die Vegetation am Cap Horn noch in voller Kraft, und Schnee in den Niederungen selten. Auf Staaten-Insel sind die Berge 2000′ hoch und bis an den Gipfel mit Bäumen besetzt. Froriep's Notizen XXVIII, 296.

grases (Dactilis caespitosa)." [38]). Freilich ein eigenes Klima in 54° ½ südlicher Breite, welches nur zwei Pflanzen erzeugen soll, aber Cook's Schilderung von dieser Insel zeigt, daß Glätscher sich von den in die Wolken ragenden Gebirgen bis an die Küste des Meeres erstreckten [39]); da jedoch die Expedition Cook's nur kurze Zeit am Lande war, so konnte unmöglich, wie Schouw bemerkt [40]), die ganze Flora der Insel untersucht werden. Auch erwähnt der Capitän ausdrücklich noch „einer Pflanze, die wie Moos aussah" [41]); Weddell sagt, das Gras wachse in Büschen bis zu zwei Fuß Höhe [42]) und er habe allerlei Gemüse gefunden, welches zwar einen bittern Geschmack hatte, aber kräftig gegen den Scharbock wirkte [43]). Selbst mehrere Grade südlicher zeigt Neu-Süd-Shetland (zwischen 61° und 63°) noch ein Gras nebst einem Moose, das dem isländischen ähnlich ist [44]).

Eben so abschreckend lautet die Schilderung, welche J. R. Forster vom Feuerlande macht: „Die westliche Küste des Feuerlandes ist ein nacktes und ödes Felsengebirge, mit schneebedeckten Gipfeln. In einem großen Hafen desselben, nordwestwärts vom Cap Horn, wo wir einige Tage zubrachten [45]), fand man nirgends eine Spur des Pflanzenreichs, ausgenommen auf etlichen flachen, felsigen Holmen, die mit einem sumpfigen, moosartigen Wasen bedeckt waren und in den niedrigsten Thälern oder Bergklüften ein kleines Gesträuch, darunter nur selten ein Baum war, aufzuweisen hatten" [46]). Dagegen erwähnt Cook einen großen Reichthum von Pflanzen nebst Wäldern [47]). Wollen wir hier dem Urtheile des Naturforschers auch ein größeres Gewicht geben, so müssen wir annehmen, daß Forster das Unglück gehabt habe,

38) J. R. Forster Bemerkungen S. 146.
39) Cook Second Voyage II, 213.
40) Schouw Pflanzengeogr. S. 393.
41) Cook l. l.
42) Weddell Reise S. 39.
43) Ebend. S. 37.
44) Ebend. S. 81.
45) Es war Christmas-Sound in 55° 27′ S. u. 70° 16 W. Cook Sec. Voy. II, 185.
46) Forster Bemerkungen S. 145.
47) Cook Second Voyage II, 187.

nach einer Gegend zu kommen, wo keine Pflanzen vorhanden waren; denn noch etwas südlicher, in der St. Franciscus-Bai (55° 54′ S, 67° 30′ W) konnte Weddell Bäume zu Brettern sägen lassen [48]. Weit glücklicher war der aufmerksame Banks in der St. Vincents-Bai neben der Straße le Maire (nahe 55° S); denn in Zeit von vier Stunden fand er mehr als 100 neue Pflanzen, daneben treffliches Gras und viel gutes Holz. Die Birken (Betula antarctica), aus denen die Wälder meistens bestanden, hatten einen Stamm von 30 bis 40 Fuß Länge und 2 bis 3 Fuß Dicke [49]. Buchen (Fagus antarctica), die an der Straße le Maire gefunden wurden, könnten eben so wie die Birken zu Zimmerholz dienen [50]. Und doch scheinen wir annehmen zu müssen, daß hier an der Küste die Bäume nicht einmal gehörig ausgewachsen waren; denn nur einen Grad nördlicher fand Byron im Hungerhafen (Port Famine, 53° 44′ S) in der Magellans-Straße die schönsten Bäume, die er jemals gesehen hatte, so daß er überzeugt war, daß man aus dieser Gegend die ganze brittische Marine mit den besten Masten der Welt versehen könnte. Einige Bäume waren sehr hoch und hatten mehr als 8 Fuß im Durchmesser; in den Wäldern fand er sehr viele Papageyen [51]. Wahrlich, wo solche Bäume noch wachsen, wo die Menschen fast nackt herumgehen, da können die Winter nicht übermäßig kalt seyn; nur im Sommer wird durch die vielen Regen, die hier eben so leicht möglich sind als in den Fjorden von Norwegen, der Aufenthalt sehr unangenehm seyn.

Wenn demnach Süd-Georgia eine so geringe Zahl von Pflanzen zeigt, so müssen wir die Ursache dieses Mangels nicht sowohl in der geringen mittlern Temperatur, als vielmehr in der

---

48) Weddell Reise S. 94.

49) Hawkesworth Geschichte II, 43.

50) Ebend. S. 60.

51) Ebend. I, 38. Hieraus folgt übrigens von selbst, daß Forster's oft wiederholte Behauptung (Bemerkungen S. 85), daß die Berge des Feuerlandes im Sommer bis an die Meeresküste mit Schnee bedeckt seyen, unrichtig ist. Im Mai ist die Vegetation am Cap Horn noch in voller Kraft, und Schnee in den Niederungen selten. Auf Staaten-Insel sind die Berge 2000′ hoch und bis an den Gipfel mit Bäumen besetzt. Froriep's Notizen XXVIII, 296.

insularischen Lage des Landes suchen. Zeigen uns ja die Falklands-Inseln mehrere Grade nördlich vom Feuerlande keine Bäume [52]), obgleich die mittlere Temperatur mehr als 8° beträgt, und fand J. R. Forster auf der Osterinsel nahe am südlichen Wendekreise in allem nur zwanzig Pflanzen, ohne eine Spur von Bäumen zu treffen [53]).

Für die geringere Temperatur der südlichen Halbkugel in höheren Breiten sind mehrere Hypothesen aufgestellt worden. Da der Sommer in der südlichen Halbkugel einige Tage kürzer ist, als in der nördlichen, so ist hieraus die geringere Temperatur abgeleitet worden, aber durch die größere Nähe der Sonne wird dieser Umstand zum Theil compensirt [54]).

Andere haben die große Menge von Wasser in der südlichen Halbkugel angeführt; dieses reflectirt einen großen Theil der auffallenden Sonnenstrahlen [55]), ein anderer Theil dringt ins Innere des Meeres, erwärmt dieses, und kann daher nicht zur Erhitzung der Oberfläche verwendet werden. Die erste Thatsache, nämlich die größere Reflexion, ist allerdings richtig, weniger gilt dieses von dem zweiten Umstande, wornach eine große Wärmemenge zur Erwärmung der innern Schichten verwendet werden soll; denn im Laufe der Jahrtausende, seit denen dieser Vorgang Statt fand, muß längst ein stabiler Zustand eingetreten seyn.

Ich glaube, daß nicht sowohl die größere Wassermasse der südlichen Halbkugel, als vielmehr die eigenthümliche Configuration des Landes die Ursache der geringeren Wärme in höheren Breiten ist. In der nördlichen Halbkugel wird das Wasser der Aequatorialströme in beiden Meeren durch die Westwinde nach höheren Breiten getrieben und trägt dadurch so viel zur Erhöhung der Temperatur bei. Ganz anders ist es in der südlichen Halbkugel. Der Strom des indischen Meeres bewegt sich um das Vorgebirge der guten Hoffnung nach Norden, kann also nicht dazu beitragen,

---

52) Byron in Hawkesworth Geschichte der Seereisen I, 52.
53) J. R. Forster Bemerkungen S. 150.
54) Mairan in Mém. de l'Ac. des Sc. 1765. p. 65. Lambert Pyrometrie S. 310.
55) Muncke in Gehler's Wörterb. III, 999. Prevost, in seiner Schrift Chaleur rayonnante, hat diesen Gegenstand ausführlicher untersucht, doch konnte ich dieselbe nicht zur Benutzung erhalten.

höhere Breiten zu erwärmen. Der Aequatorialstrom des atlantischen Meeres theilt sich bei Brasilien, geht zum Theil in den mexicanischen Meerbusen, zum Theil nach Süden, scheint aber schon zurückgetrieben zu werden, ehe er das Cap Horn erreicht, da hier alle Seefahrer aus Westen kommende Ströme gefunden haben [56]). Weiter südlich sind wenigstens keine vom Aequator kommende Ströme angetroffen, vielmehr scheint aus einigen von Weddell gefundenen Thatsachen zu folgen, daß die Ströme vom Pole kommen. Sollte Forster's Bemerkung richtig seyn, daß im hohen Süden Ostwinde vorherrschen, so würde sich die Entstehung dieser Ströme von selbst ergeben und Eis bis zu niedern Breiten getrieben werden, wodurch nothwendig das Meer und die Luft erkaltet werden müssen.

Wäre die Erde nicht von der Atmosphäre umgeben, oder fehlte ihr ein Theil jener Beweglichkeit, durch welche sich gasartige Körper auszeichnen, so würden jedenfalls die Gesetze der Erwärmung von denen abweichen, welche wir jetzt beobachten. Im ersten Falle würden die Strahlen der Sonne ungeschwächt die Oberfläche der Erde erreichen, eine sehr große Hitze würde die Folge seyn; aber bald nach dem Untergange der Sonne würde die dunkle Wärme mit Lebhaftigkeit durch den leeren Himmelsraum strahlen und eine sehr große Kälte erfolgen [57]). Durch die Gegenwart der Atmosphäre wird der Uebergang allmähliger, die Temperatur gleichförmiger. Ist auch die Luft der durchsichtigste Körper, welchen wir kennen, so absorbirt sie doch einen großen Theil der Lichtstrahlen, diese werden zum Theil gegen den Boden als Licht reflectirt, zum Theil in dunkle Wärme verwandelt, und dadurch steigt die Temperatur der Atmosphäre selbst. Gegenwart von Dampfbläschen und Dichtigkeit der Luft haben auf das Verhältniß zwischen den durchgelassenen und den absorbirten Strahlen einen großen bisher noch nicht bestimmten Einfluß. Selbst dann, wenn die Atmosphäre sehr heiter ist, verschwindet nach den Versuchen von Bouguer nahe $\frac{1}{3}$ der senkrecht auf die Atmosphäre fallenden Strahlen [58]), nur die übrigen $\frac{2}{3}$ dienen dazu, den Boden zu

56) Krusenstern Reise III, 245.

57) Fourier in den Mém. de l'Academie des Sciences VII, 572.

58) Bouguer Optica p. 174.

grases (Dactilis caespitosa)." [38]). Freilich ein eigenes Klima in 54°½ südlicher Breite, welches nur zwei Pflanzen erzeugen soll, aber Cook's Schilderung von dieser Insel zeigt, daß Glätscher sich von den in die Wolken ragenden Gebirgen bis an die Küste des Meeres erstreckten [39]); da jedoch die Expedition Cook's nur kurze Zeit am Lande war, so konnte unmöglich, wie Schouw bemerkt [40]), die ganze Flora der Insel untersucht werden. Auch erwähnt der Capitän ausdrücklich noch „einer Pflanze, die wie Moos aussah" [41]); Weddell sagt, das Gras wachse in Büscheln bis zu zwei Fuß Höhe [42]) und er habe allerlei Gemüse gefunden, welches zwar einen bittern Geschmack hatte, aber kräftig gegen den Scharbock wirkte [43]). Selbst mehrere Grade südlicher zeigt Neu-Süd-Shetland (zwischen 61° und 63°) noch ein Gras nebst einem Moose, das dem isländischen ähnlich ist [44]).

Eben so abschreckend lautet die Schilderung, welche J. R. Forster vom Feuerlande macht: „Die westliche Küste des Feuerlandes ist ein nacktes und ödes Felsengebirge, mit schneebedeckten Gipfeln. In einem großen Hafen desselben, nordwestwärts vom Cap Horn, wo wir einige Tage zubrachten [45]), fand man nirgends eine Spur des Pflanzenreichs, ausgenommen auf etlichen flachen, felsigen Holmen, die mit einem sumpfigen, moosartigen Wasen bedeckt waren und in den niedrigsten Thälern oder Bergklüften ein kleines Gesträuch, darunter nur selten ein Baum war, aufzuweisen hatten" [46]). Dagegen erwähnt Cook einen großen Reichthum von Pflanzen nebst Wäldern [47]). Wollen wir hier dem Urtheile des Naturforschers auch ein größeres Gewicht geben, so müssen wir annehmen, daß Forster das Unglück gehabt habe

---

38) J. R. Forster Bemerkungen S. 146.
39) Cook Second Voyage II, 213.
40) Schouw Pflanzengeogr. S. 393.
41) Cook l. l.
42) Weddell Reise S. 39.
43) Ebend. S. 37.
44) Ebend. S. 81.
45) Es war Christmas-Sound in 55° 27′ S u. 70° 16 W. Cook Sec. Voy. II, 185.
46) Forster Bemerkungen S. 145.
47) Cook Second Voyage II, 187.

nach einer Gegend zu kommen, wo keine Pflanzen vorhanden waren; denn noch etwas südlicher, in der St. Franciscus-Bai 55° 54′ S, 67° 30′ W) konnte Weddell Bäume zu Brettern sägen lassen [48]. Weit glücklicher war der aufmerksame Banks in der St. Vincents-Bai neben der Straße le Maire (nahe 55° S); denn in Zeit von vier Stunden fand er mehr als 100 neue Pflanzen, daneben treffliches Gras und viel gutes Holz. Die Birken (Betula antarctica), aus denen die Wälder meistens bestanden, hatten einen Stamm von 30 bis 40 Fuß Länge und 2 bis 3 Fuß Dicke [49]. Buchen (Fagus antarctica), die an der Straße le Maire gefunden wurden, könnten eben so wie die Birken zu Zimmerholz dienen [50]. Und doch scheinen wir annehmen zu müssen, daß hier an der Küste die Bäume nicht einmal gehörig ausgewachsen waren; denn nur einen Grad nördlicher fand Byron im Hungerhafen (Port Famine, 53° 44′ S) in der Magellans-Straße die schönsten Bäume, die er jemals gesehen hatte, so daß er überzeugt war, daß man aus dieser Gegend die ganze brittische Marine mit den besten Masten der Welt versehen könnte. Einige Bäume waren sehr hoch und hatten mehr als 8 Fuß im Durchmesser; in den Wäldern fand er sehr viele Papageyen [51]. Wahrlich, wo solche Bäume noch wachsen, wo die Menschen fast nackt herumgehen, da können die Winter nicht übermäßig kalt seyn; nur im Sommer wird durch die vielen Regen, die hier eben so leicht möglich sind als in den Fjorden von Norwegen, der Aufenthalt sehr unangenehm seyn.

Wenn demnach Süd-Georgia eine so geringe Zahl von Pflanzen zeigt, so müssen wir die Ursache dieses Mangels nicht sowohl in der geringen mittlern Temperatur, als vielmehr in der

48) Weddell Reise S. 94.

49) Hawkesworth Geschichte II, 48.

50) Ebend. S. 60.

51) Ebend. I, 88. Hieraus folgt übrigens von selbst, daß Forster's oft wiederholte Behauptung (Bemerkungen S. 85), daß die Berge des Feuerlandes im Sommer bis an die Meeresküste mit Schnee bedeckt seyen, unrichtig ist. Im Mai ist die Vegetation am Cap Horn noch in voller Kraft, und Schnee in den Niederungen selten. Auf Staaten-Insel sind die Berge 2000′ hoch und bis an den Gipfel mit Bäumen besetzt. Froriep's Notizen XXVIII, 296.

grases (Dactilis caespitosa)" [38]). Freilich ein eigenes Klima in 54° ½ südlicher Breite, welches nur zwei Pflanzen erzeugen soll, aber Cook's Schilderung von dieser Insel zeigt, daß Glätscher sich von den in die Wolken ragenden Gebirgen bis an die Küste des Meeres erstreckten [39]); da jedoch die Expedition Cook's nur kurze Zeit am Lande war, so konnte unmöglich, wie Schouw bemerkt [40]), die ganze Flora der Insel untersucht werden. Auch erwähnt der Capitän ausdrücklich noch „einer Pflanze, die wie Moos aussah" [41]); Weddell sagt, das Gras wachse in Büschen bis zu zwei Fuß Höhe [42]) und er habe allerlei Gemüse gefunden, welches zwar einen bittern Geschmack hatte, aber kräftig gegen den Scharbock wirkte [43]). Selbst mehrere Grade südlicher zeigt Neu-Süd-Shetland (zwischen 61° und 63°) noch ein Gras nebst einem Moose, das dem isländischen ähnlich ist [44]).

Eben so abschreckend lautet die Schilderung, welche J. R. Forster vom Feuerlande macht: „Die westliche Küste des Feuerlandes ist ein nacktes und ödes Felsengebirge, mit schneebedeckten Gipfeln. In einem großen Hafen desselben, nordwestwärts vom Cap Horn, wo wir einige Tage zubrachten [45]), fand man nirgends eine Spur des Pflanzenreichs, ausgenommen auf etlichen flachen, felsigen Holmen, die mit einem sumpfigen, moosartigen Wasen bedeckt waren und in den niedrigsten Thälern oder Bergklüften ein kleines Gesträuch, darunter nur selten ein Baum war, aufzuweisen hatten" [46]). Dagegen erwähnt Cook einen großen Reichthum von Pflanzen nebst Wäldern [47]). Wollen wir hier dem Urtheile des Naturforschers auch ein größeres Gewicht geben, so müssen wir annehmen, daß Forster das Unglück gehabt habe,

38) J. R. Forster Bemerkungen S. 146.
39) Cook Second Voyage II, 213.
40) Schouw Pflanzengeogr. S. 393.
41) Cook l. l.
42) Weddell Reise S. 39.
43) Ebend. S. 37.
44) Ebend. S. 81.
45) Es war Christmas-Sound in 55° 27′ S. u. 70° 16 W. Cook Sec. Voy. II, 185.
46) Forster Bemerkungen S. 145.
47) Cook Second Voyage II, 187.

nach einer Gegend zu kommen, wo keine Pflanzen vorhanden waren; denn noch etwas südlicher, in der St. Franciscus-Bai (55° 54′ S, 67° 30′ W) konnte Weddell Bäume zu Brettern sägen lassen [48]). Weit glücklicher war der aufmerksame Banks in der St. Vincents-Bai neben der Straße le Maire (nahe 55° S); denn in Zeit von vier Stunden fand er mehr als 100 neue Pflanzen, daneben treffliches Gras und viel gutes Holz. Die Birken (Betula antarctica), aus denen die Wälder meistens bestanden, hatten einen Stamm von 30 bis 40 Fuß Länge und 2 bis 3 Fuß Dicke [49]). Buchen (Fagus antarctica), die an der Straße le Maire gefunden wurden, könnten eben so wie die Birken zu Zimmerholz dienen [50]). Und doch scheinen wir annehmen zu müssen, daß hier an der Küste die Bäume nicht einmal gehörig ausgewachsen waren; denn nur einen Grad nördlicher fand Byron im Hungerhafen (Port Famine, 53° 44′ S) in der Magellans-Straße die schönsten Bäume, die er jemals gesehen hatte, so daß er überzeugt war, daß man aus dieser Gegend die ganze brittische Marine mit den besten Masten der Welt versehen könnte. Einige Bäume waren sehr hoch und hatten mehr als 8 Fuß im Durchmesser; in den Wäldern fand er sehr viele Papageyen [51]). Wahrlich, wo solche Bäume noch wachsen, wo die Menschen fast nackt herumgehen, da können die Winter nicht übermäßig kalt seyn; nur im Sommer wird durch die vielen Regen, die hier eben so leicht möglich sind als in den Fjorden von Norwegen, der Aufenthalt sehr unangenehm seyn.

Wenn demnach Süd-Georgia eine so geringe Zahl von Pflanzen zeigt, so müssen wir die Ursache dieses Mangels nicht so wohl in der geringen mittlern Temperatur, als vielmehr in der

48) Weddell Reise S. 94.

49) Hawkesworth Geschichte II, 43.

50) Ebend. S. 60.

51) Ebend. I, 88. Hieraus folgt übrigens von selbst, daß Forster's oft wiederholte Behauptung (Bemerkungen S. 85), daß die Berge des Feuerlandes im Sommer bis an die Meeresküste mit Schnee bedeckt seyen, unrichtig ist. Im Mai ist die Vegetation am Cap Horn noch in voller Kraft, und Schnee in den Niederungen selten. Auf Staaten-Insel sind die Berge 2000′ hoch und bis an den Gipfel mit Bäumen besetzt. Froriep's Notizen XXVIII, 296.

insularischen Lage des Landes suchen. Zeigen uns ja die Falklands-Inseln mehrere Grade nördlich vom Feuerlande keine Bäume [52]), obgleich die mittlere Temperatur mehr als 8° beträgt, und fand J. R. Forster auf der Osterinsel nahe am südlichen Wendekreise in allem nur zwanzig Pflanzen, ohne eine Spur von Bäumen zu treffen [53]).

Für die geringere Temperatur der südlichen Halbkugel in höheren Breiten sind mehrere Hypothesen aufgestellt worden. Da der Sommer in der südlichen Halbkugel einige Tage kürzer ist, als in der nördlichen, so ist hieraus die geringere Temperatur abgeleitet worden, aber durch die größere Nähe der Sonne wird dieser Umstand zum Theil compensirt [54]).

Andere haben die große Menge von Wasser in der südlichen Halbkugel angeführt; dieses reflectirt einen großen Theil der auffallenden Sonnenstrahlen [55]), ein anderer Theil dringt ins Innere des Meeres, erwärmt dieses, und kann daher nicht zur Erhitzung der Oberfläche verwendet werden. Die erste Thatsache, nämlich die größere Reflexion, ist allerdings richtig, weniger gilt dieses von dem zweiten Umstande, wornach eine große Wärmemenge zur Erwärmung der innern Schichten verwendet werden soll; denn im Laufe der Jahrtausende, seit denen dieser Vorgang Statt fand, muß längst ein stabiler Zustand eingetreten seyn.

Ich glaube, daß nicht sowohl die größere Wassermasse der südlichen Halbkugel, als vielmehr die eigenthümliche Configuration des Landes die Ursache der geringeren Wärme in höheren Breiten ist. In der nördlichen Halbkugel wird das Wasser der Aequatorialströme in beiden Meeren durch die Westwinde nach höheren Breiten getrieben und trägt dadurch so viel zur Erhöhung der Temperatur bei. Ganz anders ist es in der südlichen Halbkugel. Der Strom des indischen Meeres bewegt sich um das Vorgebirge der guten Hoffnung nach Norden, kann also nicht dazu beitragen,

---

52) Byron in Hawkesworth Geschichte der Seereisen I, 52.
53) J. R. Forster Bemerkungen S. 150.
54) Mairan in Mém. de l'Ac. des Sc. 1765. p. 66. Lambert Pyrometrie S. 310.
55) Muncke in Gehler's Wörterb. III, 999. Prevost, in seiner Schrift Chaleur rayonnante, hat diesen Gegenstand ausführlicher untersucht, doch konnte ich dieselbe nicht zur Benutzung erhalten.

höhere Breiten zu erwärmen. Der Aequatorialstrom des atlantischen Meeres theilt sich bei Brasilien, geht zum Theil in den mexicanischen Meerbusen, zum Theil nach Süden, scheint aber schon zurückgetrieben zu werden, ehe er das Cap Horn erreicht, da hier alle Seefahrer aus Westen kommende Ströme gefunden haben [56]). Weiter südlich sind wenigstens keine vom Aequator kommende Ströme angetroffen, vielmehr scheint aus einigen von Weddell gefundenen Thatsachen zu folgen, daß die Ströme vom Pole kommen. Sollte Forster's Bemerkung richtig seyn, daß im hohen Süden Ostwinde vorherrschen, so würde sich die Entstehung dieser Ströme von selbst ergeben und Eis bis zu niedern Breiten getrieben werden, wodurch nothwendig das Meer und die Luft erkaltet werden müssen.

Wäre die Erde nicht von der Atmosphäre umgeben, oder fehlte ihr ein Theil jener Beweglichkeit, durch welche sich gasartige Körper auszeichnen, so würden jedenfalls die Gesetze der Erwärmung von denen abweichen, welche wir jetzt beobachten. Im ersten Falle würden die Strahlen der Sonne ungeschwächt die Oberfläche der Erde erreichen, eine sehr große Hitze würde die Folge seyn; aber bald nach dem Untergange der Sonne würde die dunkle Wärme mit Lebhaftigkeit durch den leeren Himmelsraum strahlen und eine sehr große Kälte erfolgen [57]). Durch die Gegenwart der Atmosphäre wird der Uebergang allmähliger, die Temperatur gleichförmiger. Ist auch die Luft der durchsichtigste Körper, welchen wir kennen, so absorbirt sie doch einen großen Theil der Lichtstrahlen, diese werden zum Theil gegen den Boden als Licht reflectirt, zum Theil in dunkle Wärme verwandelt, und dadurch steigt die Temperatur der Atmosphäre selbst. Gegenwart von Dampfbläschen und Dichtigkeit der Luft haben auf das Verhältniß zwischen den durchgelassenen und den absorbirten Strahlen einen großen bisher noch nicht bestimmten Einfluß. Selbst dann, wenn die Atmosphäre sehr heiter ist, verschwindet nach den Versuchen von Bouguer nahe $\frac{1}{3}$ der senkrecht auf die Atmosphäre fallenden Strahlen [58]), nur die übrigen $\frac{2}{3}$ dienen dazu, den Boden zu

56) Krusenstern Reise III, 245.

57) Fourier in den Mém. de l'Academie des Sciences VII, 572.

58) Bouguer Optica p. 174.

erwärmen. Hier werden sie größtentheils in dunkle Wärme verwandelt; ein Theil von dieser dringt durch Leitung ins Innere, ein anderer strahlt gegen die Atmosphäre. Der letztere findet bei seiner Bewegung nach oben einen noch nicht bestimmten Widerstand, der aber weit größer ist, als derjenige, welchen die leuchtende Wärme bei ihrem Durchgange durch die Luft findet. Es ist durch die Versuche namentlich von de la Roche und Bérard hinreichend erwiesen, daß die dunkle Wärme bei ihrer Strahlung weit schwieriger durch die Körper geht, als die leuchtende [59]: wir müssen also in der Atmosphäre dasselbe annehmen. Fehlt uns auch die genaue Kenntniß dieses Verhältnisses, so beweisen doch mehrere Versuche die Existenz dieses größern Widerstandes.

Ein wenig beachteter Versuch von Saussure [60]), auf dessen Wichtigkeit Fourier aufmerksam machte [61]), beweist die Richtigkeit des Gesagten. Aus $\frac{1}{2}$ Zoll dicken tannenen Brettern wurde ein Kistchen gemacht, daß in seinem innern Raume 1′ lang, 9″ breit und eben so hoch war, das ganze Innere mit 1″ dicken Blättern von geschwärztem Kork gefüttert und das Kästchen dann mit drei in Rinnen laufenden, sehr durchsichtigen Glasplatten geschlossen, so daß eine über der andern lag, der Abstand der zunächst liegenden Platten aber etwa $1\frac{1}{2}''$ betrug. In das Innere dieses Kästchens wurde ein Thermometer gestellt und das Ganze geschlossen. Dieses Instrument, welches Saussure ein Heliothermometer nannte, wurde dann der Sonne dergestalt ausgesetzt, daß die Strahlen ins Innere fallen konnten. Das Thermometer stieg hier nun sehr hoch. So stellte er auf dem Gipfel des Cramont einen Versuch an; das im Innern befindliche Thermometer, auf welches die Strahlen der Sonne frei fallen konnten, stieg nach mehreren Stunden bis zu $87^\circ,5$; ein zweites außen an dem geschwärzten Kork des Kistchens befestigtes Thermometer bis zu $26^\circ,2$; ein drittes Thermometer war in freier Luft 4′ über dem Boden und den Sonnenstrahlen ausgesetzt nur zu $6^\circ,2$ gestiegen.

Die Erklärung dieses Versuches ist im hohen Grade einfach. Mit Leichtigkeit drangen die Sonnenstrahlen durch die Glasplatten

59) Biot Traité de physique IV, 638.
60) Saussure Reisen durch die Alpen IV, 109. §. 932.
61) Mém. de l'Acad. des Sc. VII, 585.

en ins Innere, indem sie die geschwärzten Wände erreichten, wurden sie in dunkle Wärme verwandelt, die Strahlung dieser durch das Glas verhindert. Dadurch stieg die Temperatur der Wände und die im Kasten befindliche Luftmasse wurde stark erwärmt. Wäre letztere nicht eingeschlossen, so würde sie sich nach oben bewegen, kältere Luft würde beständig in den Kasten dringen und das Thermometer nicht so hoch steigen. Behielten nun die Schichten der freien Atmosphäre zugleich mit ihrer Durchsichtigkeit ihre Dichtigkeit und würde ihnen nur ihre Beweglichkeit genommen, so würde die auf diese Art fest gewordene Luft Erscheinungen derselben Art hervorbringen. Die Wärme, welche leuchtend bis zur Erdrinde gelangt, würde sogleich einen großen Theil der Eigenschaft verlieren, durch durchsichtige Körper zu gehen, sich in den untern Schichten der Atmosphäre anhäufen, und diese würden dadurch eine sehr hohe Temperatur erlangen, die Wärme selbst sehr schnell mit der Entfernung von der Erdoberfläche abnehmen. Die Beweglichkeit der Luft, das Aufsteigen warmer und das Herabsinken kalter Luftschichten nebst dem noch fortdauernden Durchgange der Wärme durch die Luft vermindern zwar die im vorigen Falle erzeugte Wirkung, heben sie aber nicht auf, und wir sehen also schon aus diesem Umstande, daß die Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche abnehmen müsse [62]).

Um das Gesetz zu bestimmen, nach welchem diese Abnahme der Temperatur erfolgt, muß das Thermometer in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche beobachtet und aus dem bekannten Unterschiede der Temperaturen und Höhen diese Abnahme hergeleitet werden. Aber so einfach dieses Verfahren scheint, so treten dabei so viel Störungen ein, daß wir bis jetzt noch nicht annehmen dürfen, daß wir das Gesetz kennen. Gesetzt, die Atmosphäre wäre ein vollkommen ruhiger Körper und die Wärme würde vom Boden den obern Schichten durch Leitung oder Strahlung mitgetheilt, so würde die Wärme in geometrischer Reihe abnehmen, während die Höhen in arithmetischer Reihe wachsen, eben so wie dieses bei der Leitung der Wärme in festen, beim Durchgange des Lichtes durch durchsichtige Körper der Fall ist. Hätte der Boden

62) Fourier l. l. p. 587.

Ich will beide Hypothesen auf die Messungen anwenden, welche Gay Lussac auf seiner aerostatischen Reise anstellte[64]). Dieser fand folgende Größen:

Höhe	Beobachtet	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometr. Reihe	Unterschied
0 t	30°,80	30°,64	—0°,16	31°,48	+0°,68
1555,6	12,50	14,39	+1,89	14,33	+0,83
1750,6	10,94	12,36	+1,42	12,25	+1,31
1893,9	8,44	10,86	+2,42	10,74	+2,30
1958,2	10,38	10,19	—0,19	10,06	—0,32
2314,8	8,75	6,47	—2,28	6,32	—2,43
2428,8	8,13	5,28	—2,85	5,14	—2,99
2467,2	7,19	4,88	—2,31	4,74	—2,45
2566,3	5,94	3,84	—2,10	3,72	—2,22
2634,6	0,95	3,13	+2,18	3,02	+2,07
2702,7	4,38	2,42	—1,96	2,32	—2,06
2831,7	2,50	1,07	—1,43	1,00	—1,50
2889,4	0	0,47	+0,47	0,41	+0,41
2911,6	0,62	0,23	—0,39	0,19	—0,43
3099,3	— 3,12	— 1,72	+1,40	— 1,71	+1,41
3133,4	— 1,56	— 2,08	—0,52	— 2,07	—0,51
3151,9	— 3,44	— 2,27	+1,17	— 2,24	+1,20
3532,0	— 6,88	— 6,24	+0,64	— 6,04	+0,84
3579,9	— 9,38	— 6,74	+2,64	— 6,52	+2,86

Nehmen wir an, die Temperatur nehme mit der Höhe in arithmetischer Reihe ab, so erhalten wir den Ausdruck

$$t_h = 30°,637 - 0,01044\ h.$$

Wird dagegen angenommen, daß die Temperatur in geometrischer Progression abnimmt, während die Höhe in arithmetischer wächst, so erhalten wir in Graden des Luftthermometers

$$\log . t_h = 0,0484635 - 0,000016539\ h.$$

Im ersten Falle ist die Summe der Quadrate der Fehler 56,5[illegible] und der wahrscheinliche Fehler 1°,163; im zweiten Falle ist die

64) Gehler's Wörterbuch III, 1055.

Summe der Quadrate der Fehler 57,74 und der wahrscheinliche
Fehler 1,176.

Bis jetzt läßt sich also noch nicht entscheiden, welche von bei-
en Ansichten den Vorzug verdiene. Nehmen wir an, gleiche
Höhendifferenzen entsprechen gleichen Aenderungen der Tempera-
ur, so wird die Rechnung dadurch leichter und einfacher. Auf
er andern Seite aber hat die Voraussetzung, daß die Tempera-
uren in geometrischer Reihe abnehmen, wenn die Höhen in arith-
netischer Reihe wachsen, den Vortheil, daß bei ihr die Tempera-
ur der untern Station berücksichtigt wird. Dieses scheint wenig-
ens in unsern Gegenden erforderlich, wo die Abnahme der
Wärme von den Tages- und Jahreszeiten abhängt, indem sie
esto schneller sinkt, je höher die Temperatur der Erdoberfläche
st, obgleich keinesweges gleichen Wärmegegenden im Früh-
inge und im Herbste dieselbe Abnahme entspricht. Den Ein-
luß der Tageszeiten anlangend, so beobachtete Saussure im
Julius auf dem Col de Géant das Thermometer alle zwei Stun-
en 16 Tage hindurch, während in Genf gleichzeitige Beobach-
ungen gemacht wurden. Wird der bekannte Höhenunterschied
durch die Temperaturdifferenz dividirt, so ergeben sich folgende
Größen für die Höhe, um welche man sich erheben muß, wenn
das Thermometer um 1° sinken soll [65]).

Stunde	Beob.	Ber.	Untersch.	Stunde	Beob.	Ber.	Untersch.
0	75ᵗ,9	76ᵗ,7	+ 0ᵗ,8	12	87ᵗ,7	88ᵗ,0	+ 0ᵗ,3
2	71,8	74,7	+ 2,9	14	97,0	99,2	+ 2,2
4	72,8	74,0	+ 1,2	16	107,7	104,1	— 3,6
6	72,3	72,5	+ 0,2	18	100,0	100,6	+ 0,6
8	73,4	73,1	— 0,3	20	92,3	90,9	— 1,4
10	80,5	78,3	— 2,2	22	82,1	81,5	— 0,6

Diese Messungen bestätigen vollkommen die Ungleichheit der
Temperaturabnahme zu verschiedenen Tageszeiten, indem die
Wärme zur Zeit der größten täglichen Hitze weit schneller ab-
nimmt, als zur Zeit des Sonnenaufganges. Um die Anoma-

65) Saussure Voyages §. 2050 bei Muncke in Gehler's Wörterb. III, 1011.

lien zu entfernen, habe ich aus den gefundenen Größen den Ausdruck

$$H_n = 84^t,473 + 15,164 \sin(n \,.\, 15^\circ + 202^\circ\, 4') + 4,564 \sin(n \,.\, 30^\circ + 332^\circ 28')$$

hergeleitet. Darnach nimmt die Wärme um die Zeit des Sonnenaufganges am langsamsten, um etwa 5 Uhr, also einige Zeit nach dem Maximum der täglichen Wärme, am schnellsten ab. Die gleichzeitigen Beobachtungen zu Genf und auf dem St. Bernhard bestätigen dieses ebenfalls, zugleich zeigen uns diese die Abhängigkeit von den Jahreszeiten. Sechsjährige in der Bibliothèque universelle mitgetheilte Beobachtungen geben für den Höhenunterschied, in welchem die Wärme um 1° kleiner wird, folgende Größen:

Monat	Beob.	Ber.	Untersch.	Monat	Beob.	Ber.	Untersch.
Januar	132t,8	123t,8	— 9t,0	Julius	92t,9	96t,3	+ 3t,4
Februar	114,2	113,7	— 0,5	August	101,0	98,1	— 2,9
März	93,6	99,3	+ 5,7	Septbr.	101,0	99,7	— 1,3
April	90,3	89,1	— 1,2	Octbr.	100,5	105,4	+ 4,9
Mai	91,4	87,5	— 3,9	Novbr.	124,1	115,4	— 8,7
Junius	90,4	91,9	+ 1,5	Decbr.	111,8	123,9	+ 12,1

Wird das Jahr vom 1sten Januar an gerechnet, so lassen sich diese Größen nahe durch den Ausdruck

$$H_n = 103^t,667 + 16,00 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 105^\circ 46'\right\} + 6,53 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 40^\circ 0'\right\}$$

darstellen. Darnach nimmt die Wärme am 6ten Mai am schnellsten ($87^t,1$ für 1°), am 1sten Januar am langsamsten ab ($125^t,2$ für 1°), eine Bestimmung, die etwas von derjenigen abweicht, welche d'Aubuisson aus einjährigen Beobachtungen hergeleitet [66]) und Schmidt in der Folge berechnet hat [67]). Zugleich aber sehen wir hieraus, daß diese Abnahme nicht blos von der Temperatur der Erdoberfläche abhängt, weil sie sonst im Julius am schnellsten erfolgen müßte.

Soll demnach ein allgemeines Gesetz aufgestellt werden, welches diese Abnahme angiebt, so scheint es, als ob in unsern

66) d'Aubuisson Traité de Géognosie I, 437 in Gehler's Wörterb. III, 1012.

67) Schmidt mathem. u. phys. Geogr. II, 285.

gegenden die mittlere Temperatur mit berücksichtigt werden müßte. Schon Euler hat einen Ausdruck dieser Art angegeben [68]). Ist h der Höhenunterschied, t die Temperatur an der untern, t′ an der obern Station und a eine durch die Beobachtungen zu bestimmende Größe; so ist

$$a = \frac{t - t'}{h(1 + t)}.$$

Beobachtungen, welche Humboldt zwischen den Wendekreisen anstellte, und welche Oltmanns in Graden des Luftthermometers ausgedrückt berechnete, geben für a sehr nahe übereinstimmende Werthe, nämlich a = 0,000037 [69]). Wird dieser Ausdruck Euler's umgebildet, so erhalten wir

$$t' = t - ah - aht;$$

es wird hier also angenommen, daß die Wärme in arithmetischer Reihe abnehme, aber das Glied, welches diese Abnahme angiebt, wird nochmals mit der Temperatur der untern Station multiplicirt und das Product von dem obigen subtrahirt.

Ueber das Gesetz der Wärmeabnahme sind noch verschiedene andere Hypothesen aufgestellt worden. Durch nicht ganz richtige theoretische Ansichten geleitet, vermuthete Lambert, daß für gleiche Höhenunterschiede abnehmende Temperaturdifferenzen Statt finden, mithin daß die ersteren in einer zunehmenden Progression wachsen, wenn die letzteren in einer arithmetischen Reihe abnehmen [70]). In der Folge stellte Zach eine ähnliche Behauptung auf [71]). Werden die Sonnenstrahlen als Grund der Wärme angenommen, so muß eben so deren reflectirte als unmittelbare Wirkung für jeden Punkt der Atmosphäre im Verhältnisse der Wärme-Receptibilität und Erhöhung über der Erdoberfläche stehen. Man kann die Erwärmungsfähigkeit den Dichtigkeiten proportional setzen, und da eben hiedurch auch die Wirkung der reflectirten Wärme bedeutend modificirt wird, so folgt,

68) Mém. de Berlin 1754. p. 140.

69) Humboldt Observ. astron. I, 142.

70) Mém. de Berlin 1772. p. 114. Pyrometrie S. 232. Vgl. Saussure Reisen durch die Alpen IV, 94. §. 925.

71) Monatliche Correspondenz XXI, 105.

daß die Wärme der über einander liegenden Luftschichten von ihrer Dichtigkeit abhängt und hiernach für verschiedene Höhen nicht in demselben Maaße abnehmen kann. Daher ist es am einfachsten, die Wärmeabnahme den Barometerständen proportional anzunehmen. Es sey also h die Höhe des Barometers am Niveau des Meeres in pariser Linien, n die Zahl der successiven Barometerhöhen bis zu einer Höhe x, z die Differenz der Temperaturen in der Höhe x und am Niveau des Meeres, m die Coefficient der Wärmeabnahme; so ist

$$z = \frac{x}{m} \cdot \frac{h \ldots\ldots [h - (n-1)]}{nh}$$

woraus sich bei gegebenem z und x der Coefficient m ergiebt. Nimmt man für n die Zahl der Linien an, um welche sich der Stand des Barometers in einer arithmetischen Reihe der ersten Ordnung vom Niveau des Meeres bis zu einer Höhe x ändert, so ist

$$z = \frac{x}{m} \cdot \frac{2h + 1 - n}{2h}$$

und daraus ergiebt sich für jeden andern Barometerstand

$$m' = m \cdot \frac{h}{2h + 1 - n}.$$

Ist diese Hypothese richtig, so muß m desto größer werden, je kleiner der Barometerstand wird. Um die Behauptung zu prüfen, stellt Zach einige Beobachtungen zusammen, welche Humboldt zwischen den Wendekreisen machte[72]. Diese zeigen bestimmt, daß die Temperaturen in bedeutender Höhe langsamer abnehmen, als in der Nähe der Erdoberfläche. Die Messungen selbst sind folgende:

---

72) Humboldt Observat. astron. I, 129. Gilbert's Annalen XXXI, 369.

	Höhe	Temperaturdifferenz der obern und untern Station	Höhe für 1° C
Coffre de Pérote	2076^t	22°,1	93,9
Silla de Caracas	1335	13,7	97,4
Fuerta de la Cuchilla	766	8,5	90,1
Guadaloupe	1686	16,9	99,7
Pic auf Teneriffa	1905	19,6	97,2
I. Mittleres Resultat	1554	16,2	96,1
Nevado de Toluca	2372	23,2	102,2
Pichincha	2400	23,7	101,3
Chimborasso	3016	29,1	103,6
II. Mittleres Resultat	2596	25,3	102,5

Es ist hier nicht zu verkennen, daß die Höhendifferenz für eine Temperaturabnahme von 1° C desto bedeutender wird, je höher wir aufwärts steigen. Indem nun Zach auf beide Gruppen den obigen Ausdruck anwendet, findet er am Niveau des Meeres für eine Temperaturabnahme von 1° C aus No. I. 82^t,1 aus No. II. 80^t,7, also sehr nahe übereinstimmend. Er nimmt daher für den Barometerstand von 28″ die Größe von 80 Toisen an und findet folgende Größen:

Barometerstand	Höhe für eine Wärmeabnahme von 1° C	Barometerstand	Höhe für eine Wärmeabnahme von 1° C
27″	81^t,4	17″	99^t,3
26	82,8	16	101,5
25	84,3	15	103,8
24	86,0	14	106,2
23	87,7	13	108,8
22	89,4	12	111,5
21	91,2	11	114,3
20	93,0	10	117,3
19	95,0	9	120,5
18	97,1	8	123,7

Um die Richtigkeit dieses Ausdruckes zu prüfen, will ich ihn auf die Beobachtungen von Gay-Lussac auf seiner aerostatischen Reise anwenden. Dieser fand folgende Größen [73]):

73) Gehler's Wörterb. N. A. III, 1055.

Barom.	Höhe	Therm.	Berechnet	Untersch.	B	Untersch.
339‴,2	0t	30°,80	30°,80	0	30°,80	0
238,5	1555,6	12,50	12,81	+ 0,31	13,26	+ 0,76
228,0	1750,6	10,94	10,90	— 0,04	11,27	+ 0,33
220,2	1893,9	8,44	9,57	+ 1,13	9,25	+ 0,81
217,4	1958,2	10,38	8,97	— 1,41	8,55	— 1,88
200,7	2314,8	8,75	5,76	— 2,99	5,57	— 3,18
195,2	2428,8	8,13	4,79	— 3,34	4,70	— 0,43
193,0	2467,2	7,19	4,50	— 2,69	4,36	— 2,83
188,4	2566,3	5,94	3,67	— 2,27	3,45	— 2,49
183,6	2634,6	0,95	3,20	+ 2,25	2,92	+ 1,97
182,4	2702,7	4,38	2,56	— 1,82	1,78	— 2,60
176,7	2831,7	2,50	2,54	— 0,96	1,06	— 1,44
173,7	2889,4	0	1,12	+ 1,12	0,59	+ 0,59
172,9	2911,6	0,62	0,93	+ 0,31	0,37	— 0,56
164,8	3099,3	— 3,12	— 0,48	+ 2,64	— 1,24	+ 1,88
163,8	3133,4	— 1,56	— 0,78	+ 0,78	— 1,58	— 0,02
162,7	3151,9	— 3,44	— 0,90	+ 2,54	— 1,71	+ 1,73
148,0	3532,0	— 6,88	— 3,68	+ 3,20	— 4,96	+ 1,92
144,8	3579,9	— 9,38	— 3,92	+ 5,46	— 5,25	+ 4,13

Vergleichen wir hier alle übrigen Beobachtungen mit der in der Nähe des Bodens angestellten, so geben uns die Messungen bis zu einer Höhe von $2428^t,8$ $m = 77^t,16$, die sechs folgenden $m = 75^t,25$ und die sechs letzten $m = 68^t,71$, im Mittel erhalten wir $73^t,71$, und wir finden

$$z = \frac{x}{73,71} \cdot \frac{2h + 1 - n}{2h}$$

wo $h = 339''',2$ ist. Die obige Tafel enthält die nach diesem Ausdrucke berechneten Temperaturen; die Summe der Quadrate der Fehler ist 100,57, der wahrscheinliche Fehler 1°,552, bedeutend größer als in den beiden obigen Fällen, namentlich sind alle Temperaturen an den oberen Stationen zu hoch, während die Uebereinstimmung an den mittleren Punkten ziemlich groß ist. Soll indessen diese Hypothese von Zach angewendet werden, so ist es zweckmäßig, bei Bestimmung der Dichtigkeit nicht blos den Druck, sondern zugleich die Temperatur zu berücksichtigen, da hiedurch die Dichtigkeit für große Höhendifferenzen bedeutend abgeändert wird. Ist nun t die Temperatur der untern, t′ die der obern Station, so wird

$$z = \frac{x}{m} \cdot \frac{2h + 1 - n}{2h} \cdot \frac{1 + 0,00375 \cdot t}{1 + 0,00375 \cdot t'}$$

In diesem Falle geben die Beobachtungen von Gay-Lussac

$$z = \frac{x}{80,61} \cdot \frac{2h + 1 - n}{2h} \cdot \frac{1 + 0,00375 \cdot t}{1 + 0,00375 \cdot t'}$$

Die Berechnung der Temperaturdifferenz vermittelst dieses Ausdruckes setzt die Kenntniß der Temperaturen der obern Station voraus, man muß deshalb diese zunächst annähernd bestimmen. Da t gegeben ist, so erhält man bei Uebersehung der Wärme an der obern Station z, also $t' = t - z$, man setzt den so erhaltenen Werth von t' als der Wahrheit nahe kommend in die obige Formel und dadurch erhält man einen schärfern Werth von z, also t', welchen man aufs Neue zur Berechnung von z anwenden könnte. Ich habe diesen zweiten Werth von t' behalten und die so gefundenen Größen in den mit B überschriebenen Spalte mitgetheilt; die Differenzen sind geringer als bei dem Ausdrucke Zach's, die Summe der Quadrate der Fehler beträgt 71,03, der wahrscheinliche Fehler 1°,304.

Wie bereits erwähnt ist, haben die meisten Physiker angenommen, daß die Temperatur in einer arithmetischen Reihe abnehme. Gehen wir hievon aus, so geben Humboldt's erwähnte Beobachtungen eine Höhe von etwa 98 Toisen für 1°, die früher mitgetheilten Messungen in der Schweiz 92 Toisen, die von Gay-Lussac auf seiner aerostatischen Reise gemachten 95,8 Toisen, so daß 90 bis 100 Toisen der Wahrheit sehr nahe kommen werden. Etwas abweichend sind die Angaben anderer Beobachter. Saussure folgerte aus seinen in der Schweiz angestellten Beobachtungen, daß die Höhe für 1° C im Sommer 80, im Winter 94,4 Toisen betrage [74]), und jene Angabe stimmt sehr nahe mit denen von anderen Reisenden in Gebirgen, die ihre Messungen meistens im Sommer anstellten. So giebt Horner für den Sommer am Rigi 77,6 Toisen [75]), Ramond für die Pyrenäen 84 Toisen [76]), Schouw für dieselbe Jahreszeit am Aetna 72 Toisen [77]), d'Aubuisson für die Schweiz 75 Toisen [78]), so

74) Gehler's Wörterb. III, 1013.

75) Verhandlungen der allgemeinen Schweiz. Ges. für die ges. Naturw. Zürich 1828. bei Muncke Handbuch der Naturlehre II, 231.

76) Ramond Mém. sur la formule barométrique p. 109.

77) Schouw Pflanzengeogr. S. 448.

78) Journal de physique LXXI, 35.

daß wir ohne großen Fehler 80 Toisen für den Sommer annehmen können, während dem Winter eine Höhe von 100 bis 110 Toisen zu entsprechen scheint.

Die Alpen nebst den Gebirgen Süd-America's sind diejenigen Gegenden, in denen dieses Element vorzugsweise untersucht worden ist; weniger bekannt sind die Verhältnisse in andern Gegenden. Bei einem Höhenunterschiede von 225,5 Toisen geben gleichzeitige Beobachtungen in Ofen and Kesmark für jenen Ort eine mittlere Temperatur von 18°,4, für diesen 10°,4; nehmen wir auch an, daß letztere Größe wegen der Breitendifferenz in 11°,4 verwandelt werden müßte, so würden wir doch nur 57^t,4 erhalten [79]). Beobachtungen, welche Engelhardt und Parrot bei ihren Höhenmessungen im Caucasus mittheilen, geben in diesem Gebirge für den September 91,1 Toisen [80]), für die Gebirge in der Krimm fanden dieselben im Junius nur 68,5 Toisen, letztere Angabe nahe mit der übereinstimmend, welche Dalton für den Sommer in England angiebt (68^t) [81]).

Da die Brechung der Lichtstrahlen in der Luft eine Function der Dichtigkeit ist, letztere aber außer dem bekannten Gesetze in Betreff des Druckes vorzüglich von der Temperatur abhängt, so sind Refractionsbeobachtungen in der Nähe des Horizontes dazu benutzt worden, die Aenderung der Temperatur mit der Höhe zu bestimmen, meistens wurde dabei aber angenommen, daß die Wärme in arithmetischer Reihe abnehme. Aus zwei von Svanberg in Schweden angestellten Messungen folgert Méchain, daß die Höhe für 1° C hier 108^t,2 betrage [82]). Bis jetzt aber fehlt es noch zu sehr an einer hinreichenden Anzahl von Messungen in verschiedenen Breiten und bei sehr großen Zenithabständen, um diese Abnahme daraus herzuleiten.

Da übrigens die Wärme im Sommer weit schneller abnimmt, als im Winter, so folgt hieraus, daß die Oscillationen des Thermometers in höher liegenden Punkten geringer sind, als in

---

79) Band I. S. 137.

80) Engelhardt u. Parrot Reise II, 54.

81) Mem. of the lit. and phil. Soc. of Manchester IV, 101 bei Muncke in Gehler's Wörterb. III, 1010.

82) Humboldt Observ. astron. I, 155.

den Ebenen. Schon Saussure glaubte, daß die täglichen Unterschiede der Temperaturen mit den Höhen stets abnehmen und endlich verschwinden, ja daß sogar auch die jährlichen Unterschiede in Höhen von 6000 bis 7000 Toisen oder mindestens in der doppelten Höhe nicht mehr existiren [83]). Und eben dieses folgerte späterhin Zach, welcher glaubte, daß die Temperatur in 5693 Toisen allenthalben über der Erde gleich sey [84]). Uebersehen wir hier ganz die zufälligen unregelmäßigen Störungen der Temperatur und berücksichtigen nur die mittleren Temperaturen in den einzelnen Jahreszeiten, so zeigen die Orte in der Nähe der Alpen diese Abnahme ganz bestimmt. Der Unterschied zwischen den Temperaturen des Sommers und Winters beträgt nämlich:

	Höhe	Δ	Rechnung A	Untersch.	Rechnung B	Untersch.
Padua	10t	21°,44	19°,95	— 1°,49	19°,89	— 1°,55
Turin	143	20,39	19,26	— 1,13	19,12	— 1,27
Genf	202	18,19	18,96	+ 0,77	18,79	+ 0,60
Zürich	208	18,78	18,93	+ 0,15	18,76	— 0,02
Bern	273	16,34	18,59	+ 2,25	18,41	+ 2,07
St. Gotthard	1073	14,87	14,46	— 0,41	14,54	— 0,33
St. Bernhard	1278	13,55	13,40	— 0,15	13,69	+ 0,14

Es ist also nicht zu verkennen, wie hier die Differenz mit der Höhe geringer wird. Um jedoch die einzelnen Anomalieen zu entfernen, ist es zweckmäßig, einen Ausdruck zu entwickeln, welcher die mitgetheilten Größen annähernd darstellt. Nimmt man an, daß die Differenz zwischen den Temperaturen beider Jahreszeiten in arithmetischer Reihe mit der Höhe abnehme, so wird

$$\Delta_h = 20^\circ{,}00 - 0{,}0051635\, h \qquad (A)$$

Die nach dieser Formel berechneten Größen sind an der mit A überschriebenen Spalte mitgetheilt. Gehen wir davon aus, daß die Differenz in geometrischer Reihe kleiner werde, so erhalten wir

$$\log . \Delta_h = 1{,}29987 - 0{,}00012784 . h \qquad (B)$$

Die berechneten Größen sind in der mit B überschriebenen Spalte gegeben. In dem ersten Falle ist die Summe der Quadrate der Fehler 9,37, im zweiten 8,79, es genügen also beide Gleichun-

83) Bei Muncke in Gehler's Wörterb. III, 1012.

84) Monatl. Corresp. XXI, 112.

gen den Größen, so weit diese beobachtet worden sind, fast gleich gut; es scheint aber, als ob der zweite Ausdruck vorzuziehen sey. Dehnen wir nämlich beide Ausdrücke bis zu größeren Höhen aus, so würde Δ nach der Gleichung (A) in einer Höhe von 3874 Toisen gleich Null, späterhin negativ, d. h. es würde hier der Winter wärmer seyn als der Sommer: eine Folgerung, die offenbar absurd ist. Dagegen giebt uns der Ausdruck (B) nie einen Werth, welcher gleich Null wird, was viel naturgemäßer zu seyn scheint. Nehmen wir an, daß der Unterschied zwischen der Temperatur des Winters und Sommers am Niveau des Meeres 20° beträgt, so erhalten wir darnach folgende zusammengehörige Größen:

Höhe	Temperaturdifferenz
0^t	20°,00
100	19,42
200	18,86
300	18,31
400	17,78
500	17,26
1000	14,90
1500	12,86
2000	11,10
10000	1,05
20000	0,06

Also erst in den höchsten Gegenden der Atmosphäre wird der Unterschied zwischen der mittlern jährlichen Temperatur verschwinden. Es bedarf wohl kaum einer Erwähnung, daß die unregelmäßigen Störungen einen weit bedeutendern Umfang in den obersten Schichten haben, als diese mittleren Größen, doch fehlt es ganz an Beobachtungen, um dieses Element zu bestimmen, da die einzelnen Extreme von der Höhe des Instrumentes über dem Boden abhängen, so daß eine sehr große Anzahl von Beobachtungen erforderlich ist, um die sich hieraus ergebenden Unregelmäßigkeiten zu entfernen.

Lassen uns also die Beobachtungen in so fern im Stiche, daß sie uns keine hinreichend genauen Größen zu Bestimmung des Gesetzes für diese Abnahme geben, so sind wir eben so wenig im Stande, hierüber etwas Genügendes auf theoretischem Wege aus-

umachen. Wir kennen zwar im Allgemeinen die Gründe für
iese Depression der Temperatur, aber ihre Anwendung auf die
Beobachtungen erleidet so viele Modificationen, es treten dabei so
erwickelte Umstände auf, daß es bis jetzt völlig unmöglich ist,
llgemeingültige Bestimmungen zu geben. Uebersehen wir wegen
er schlechten Leitungsfähigkeit der Luft die Mittheilung der
Wärme ganz, so haben wir vorzüglich folgende Umstände hiebei
u berücksichtigen:

1) Verminderung der durch Strahlung mitgetheilten Wärme mit der Entfernung vom Boden;
2) Widerstand, welchen die Luft der Bewegung der leuchtenden und noch mehr der dunkeln Wärme entgegensetzt;
3) Vermehrung der Wärme-Capacität der Luft mit der Verminderung ihrer Dichtigkeit.

Da nach den Versuchen über strahlende Wärme die Größe des hervorgebrachten Effectes sich umgekehrt wie der Sinus des Einfallswinkels (vom Einfallslothe an gerechnet) und wie das Quadrat der Entfernung verhält, so müßte aus diesem Grunde die Temperatur mit der Erhebung über dem Boden sehr schnell abnehmen. Ließe jedoch die Atmosphäre alle dunkeln Wärmestrahlen durch sich hindurch, so würde der Abstand vom Boden fast gar keinen Einfluß auf die Temperatur haben, wie Schmidt auf eine eben so einfache als überzeugende Art bewiesen hat [85]. Es bezeichne nämlich der Kreis AMBN (Taf. II. Fig. 2) einen Durchschnitt der Erdkugel, in L sey der Punkt, welcher von der Erdrinde durch Strahlung erwärmt wird. Die von L nach dem Mittelpunkte der Erde gezogene Linie schneide die Oberfläche dieser in B; MN sey eine Zone, die von zwei unendlich nahen Parallelkreisen eingeschlossen wird, deren Pol in B liegt, alle Punkte dieser Zone haben also von L gleichen Abstand und äußern bei übrigens gleicher physischer Beschaffenheit denselben Einfluß auf seine Erwärmung. Ziehen wir die Tangente MQ, so verhält sich die Erwärmung wie der Sinus des Winkels LMQ und umgekehrt wie das Quadrat des Abstandes LM. Setzen wir also LM $= r$, LMQ $= \mu$ und den Inhalt der Zone MN $= d\Omega$, so wird die

85) Schmidt mathem. phys. Geogr. II, 265. §. 158.

Erwärmung dW, welche der Punkt L von der Zone MN erhält, ausgedrückt durch

$$dW = \frac{c . d\Omega \sin \mu}{r^2}$$

wo c ein von dem Wärmestrahlungsvermögen abhängiger Coefficient ist. Setzen wir $\angle MLB = \varphi$, $LB = h$, $BC = a$, so ist

$$a^2 = r^2 + (a+h)^2 - 2r(a+h) \cos \varphi.$$

Der Inhalt der Zone wird

$$d\Omega = 2\pi \sqrt{(r^2 d\varphi^2 + dr^2)} . MP$$
$$= 2\pi r \sin \varphi \sqrt{(r^2 d\varphi^2 + dr^2)}.$$

Nun giebt die vorher für a^2 gefundene Gleichung

$$o = rdr - (a+h) \cos \varphi dr + r(a+h) \sin \varphi d\varphi$$

$$\text{mithin } rd\varphi = \frac{(a+h) \cos \varphi - r}{(a+h) \sin \varphi} . dr$$

$$r^2 d\varphi^2 + dr = dr^2 \left\{ \frac{(a+h)^2 - 2(a+h) r \cos \varphi + r^2}{(a+h)^2 \sin \varphi^2} \right\}$$
$$= \frac{a^2 dr^2}{(a+h)^2 \sin \varphi^2} .$$

Wird dieses in den Werth von $d\Omega$ substituirt und die so erhaltene Größe in den Ausdruck für dW gesetzt, so wird

$$W = \frac{2\pi ca}{a+h} \int \frac{dr}{r} \sin \mu.$$

Nun ist ferner in dem Dreiecke LMC

$$(a+h)^2 = a^2 + r^2 + 2ar \sin \mu, \text{ also}$$

$$\sin \mu = \frac{2ah + h^2}{2ar} - \frac{r}{2a}, \text{ mithin}$$

$$\int \frac{dr}{r} . \sin \mu = \frac{2ah + h^2}{2a} \int \frac{dr}{r^2} - \int \frac{dr}{2a}$$
$$= C - \frac{2ah + h^2}{2ar} - \frac{r}{2a}$$

Die beiden Gränzwerthe, welche r haben kann, sind die, wo $r = h$ wird, und der Fall, wo die Linie LA Tangente, also $r^2 = 2ah + h^2$ wird. Nehmen wir das Integral zwischen diesen Gränzen, so wird

$$\int \frac{dr}{r} \cdot \sin \mu = \frac{a+h}{a} - \frac{\sqrt{(2ah+h^2)}}{a}$$

ınd daraus ergiebt sich

$$W = 2\pi\sigma \left\{ 1 - \left\{ \frac{\sqrt{(2ah+h^2)}}{a+h} \right\} \right\}.$$

Ist hier h nicht sehr groß, so weicht der Factor von $2\pi\sigma$ wenig ʼon 1 ab, und Schmidt glaubt daher, daß durch diesen Umtand keine sehr große Temperaturdepression hervorgebracht werden vürde. Einige von Humboldt mitgetheilte Erfahrungen machen s indessen sehr wahrscheinlich, daß die Strahlung wirklich eine ehr bedeutende Rolle spiele. Durch sorgfältige Beobachtungen and derselbe nämlich, daß zwischen den Wendekreisen die Tempe:atur über Bergebenen langsamer sinke, als über isolirten steil ınsteigenden Bergen [86]). Er fand nämlich dieselben zusammen:ehörigen Differenzen.

Gegend	Höhendifferenz	Mittlere Temperatur	Höhe für 1° C
Quito	1491ᵗ	15°,0	119ᵗ,3
Popayan	908	20,6	131,6
Sta. Fé de Bogota	1365	16,5	124,1
Mexico	1168	16,9	128,4
Mittel			125,8

n Mittel also erhalten wir nahe 125,8 Toisen für eine Temperaurdifferenz von 1°, bedeutend mehr als die Messungen auf isolir:n Bergen geben [87]). Es ist nicht zu verkennen, daß die Strahıng der nahe liegenden weit ausgedehnten Ländermasse Ursache ievon sey. Der Grund dieser Abweichung der physikalischen Erheinung von dem eben entwickelten mathematischen Gesetze liegt ɪrin, daß die ganze oben mitgetheilte Betrachtung in aller Strenge nur von einer Atmosphäre gilt, welche Licht und Wärme-

86) Gilbert's Annalen XXXI, 369 u. Observ. astron. I, 132. Bei der Berechnung habe ich die Temperatur am Niveau des Meeres zu 27°,5 genommen; für Mexiko 26°,0. Schon Saussure bemerkt die schnellere Abnahme der Wärme auf steil ansteigenden Bergen. Reise durch die Alpen IV, 117. §. 935.

87) Humboldt giebt 165ᵗ,7 für 1° R, also 132ᵗ,6 für 1° C.

strahlen ungestört durch sich hindurchläßt. Da aber letztere in einer Atmosphäre von gleichförmiger Dichtigkeit in dem Verhältnisse der Logarithmen der zurückgelegten Wege geschwächt werden, so ist begreiflich, daß die Punkte durch Einwirkung der oben erwähnten Ursache eine desto geringere Temperatur haben werden, je weiter sie von der Erdoberfläche entfernt sind. Um aber die dadurch erzeugte Wirkung zu bestimmen, würde eine Kenntniß der Schwächung der dunkeln Wärmestrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre unter verschiedenen Umständen von Temperatur, Druck und Feuchtigkeit erforderlich seyn, eine Kenntniß von welcher wir bis jetzt noch nicht die ersten Elemente besitzen.

Diese Schwächung der von der Sonne und vom Boden kommenden Wärmestrahlen, welche wir als zweite Ursache für die Temperaturabnahme mit der Höhe angegeben haben, spielt hiebei eine wichtigere Rolle, als ihr gewöhnlich zugetheilt wird. Indem die Sonnenstrahlen die obern Schichten der Atmosphäre treffen, schwächen diese das Licht wenig, ihre Erwärmung ist also unbedeutend, aber je dichter die Luft wird, desto beträchtlicher wird die Erwärmung. Wenn umgekehrt die dunkle Wärme nach oben strahlt, dann werden diese Strahlen vorzugsweise in den untern Schichten zurückgehalten; selbst in dem Falle, wo die Luft allenthalben gleiche Dichtigkeit hatte, würden die obern Schichten weniger erwärmt werden; da diese aber zugleich dünner sind, also wahrscheinlich mehr Wärme durch sich hindurch lassen, so werden sie noch weniger erwärmt. Schmidt ist bisher der einzige, welcher eine allgemeine Auflösung dieses Problemes versucht hat [88]). Er stützt sich dabei auf die Messungen von Bouguer über die Verminderung der Intensität des Sonnenlichtes beim Durchgange durch die Atmosphäre; geht nämlich dieses durch eine 7500 Toisen lange Schicht von Luft, deren Dichtigkeit gleich der an der Erdoberfläche ist, so wird seine Intensität in dem Verhältnisse von 3 : 2 vermindert, und darnach findet er die Höhe, in welcher die Wärme um 1° abnimmt, 170 Fuß, also bei weitem kleiner als die Erfahrung giebt. Aber die Schwierigkeit bei Anwendung dieses Ausdruckes auf wirkliche Beobachtungen liegt in

88) Schmidt mathem. u. phys. Geogr. II, 290. §. 176. Bouguer Voyage p. 51.

er Unkenntniß des Gesetzes, nach welchem das Licht unter verschie-
nen Umständen in der Atmosphäre geschwächt wird. Während
ouguer glaubte, daß von 100 senkrecht auf die Atmosphäre fal-
nden Strahlen 81 den Boden erreichen, fand Lambert nur
9 [89]). Beide Experimentatoren stellten ihre Versuche bei sehr
iterm Wetter an, aber Lambert selbst bemerkt, daß er die
on ihm einmal angestellten Messungen nicht wiederholt habe, weil
ch hier die größten Differenzen zeigen [90]). Bei dem mittlern
ustande der Atmosphäre wird also die Schwächung viel bedeuten-
r, die Höhe, welche zu einer Temperaturabnahme von 1° ge-
rt, größer gefunden werden, als unter der von Schmidt ge-
achten Voraussetzung. Würde z. B. angenommen, daß das
icht bei seinem Durchgange durch die Atmosphäre in dem Ver-
ältnisse 3:1 geschwächt würde, so würden wir nahe 600′ für
° erhalten, mit der Erfahrung übeinstimmend.

Sind wir freilich noch nicht im Stande, die Temperatur-
bnahme auf diesem Wege scharf zu bestimmen, so wird es
och sehr wahrscheinlich, daß wir uns auf diese Art die Abhängig-
eit dieser Abnahme von den Jahreszeiten und die Differenzen
nter verschiedenen Umständen und in verschiedenen Gegenden er-
lären müssen. Befinden sich in den obern Schichten Nebelmassen,
verschlucken diese im Sommer viele der ankommenden Strahlen,
ur wenige von diesen gelangen zum Boden, daher sind die obern
chichten verhältnißmäßig wärmer, die Temperatur nimmt lang-
m ab. Ist dagegen der Himmel heiter, so erreichen die meisten
trahlen den Boden, aber die sehr durchsichtige Luft läßt wahr-
heinlich in diesem Falle auch eine große Menge dunkler Wärme-
rahlen durch sich hindurch, und die Temperatur nimmt daher sehr
hnell ab. Aus diesem Grunde müssen wir uns erklären, wes-
lb die Wärme zwischen Genf und dem St. Bernhard im April
d Mai am schnellsten abnimmt, weil dieses die Jahreszeit ist,
welcher die Luft die größte relative Trockenheit hat [91]); hieraus
uß vielleicht auch die schnelle Temperaturabnahme in Ungarn her-
leitet werden. Aber es können hier so viel einzelne Umstände vor-

89) Lambert photometria p. 396.

90) Lambert deutscher Gelehrter Briefwechsel IV, 335.

91) Band I. S. 335.

kommen, daß es kaum möglich ist, sie aufzuzählen; alles kommt hiebei auf die Höhe derjenigen Region an, in welcher die niedergeschlagenen Dämpfe am häufigsten sind. Ist die Zahl dieser vorzüglich in den untern Regionen angehäuft, so werden auch diese verhältnißmäßig am stärksten erwärmt, da sie sowohl der leuchtenden als dunkeln Wärme den größten Widerstand entgegensetzen. Vielleicht muß hierin der Grund für die schnelle von Dalton in England gefundene Temperaturabnahme gesucht werden. Bei selbst aber wird begreiflich, daß Nebelschichten in derselben Höhe in den einzelnen Jahreszeiten einen sehr ungleichen Erfolg bedingen müssen; denn dieselbe Schicht, welche im Sommer durch ihre Gegenwart die Erwärmung des Bodens verhindert, hemmt im Winter die Erkaltung durch Strahlung; während sie also im Sommer eine schnelle Abnahme der Temperatur erzeugt, wird diese im Winter durch sie langsamer gemacht.

Bei Untersuchung dieser Abnahme haben die meisten Naturforscher besonders auf die Bindung oder Entbindung von Wärme bei der Ausdehnung oder Verdichtung der Luft Rücksicht genommen, und ausgezeichnete Physiker und Geometer, wie Dalton [92]), Prechtl [93]), Leslie [94]), Poisson [95]), la Place [96]), Ivory [97]) und Andere haben sich bemüht, dieses Problem nebst dem nahe verwandten über die Geschwindigkeit des Schalles allgemein aufzulösen. Wird eine gegebene Luftmasse plötzlich auf ein größeres Volumen gebracht, so entsteht bei dieser Ausdehnung eine eben so sichtbare Kälte, als bei ihrer Compression Wärme frei wird. Indem nun die Luftschichten zunächst am Boden stark erwärmt werden, steigen sie in die Höhe, bei Verminderung des auf sie wirkenden Druckes wird Wärme gebunden, ihre Temperatur muß also sinken, während diejenigen Luftschichten, welche sich von oben in die Tiefe bewegen, bei Vergrößerung des Druckes einen kleinern Raum einnehmen, wodurch Wärme frei wird.

---

92) Gilbert's Annalen XIV, 101.
93) Ebend. LXVII, 252.
94) Annals of philos. XIV, 26 und Kurzer Bericht von Versuchen u. s. w. S. 13.
95) Ann. de Chimie XXII, 5.
96) Mécanique céleste V, 92.
97) Philos. Magaz. LXVI, 3 u. 81.

In seiner Abhandlung über die Geschwindigkeit des Schalles bestimmt Ivory zuerst das Gesetz, nach welchem Elasticität und Dichtigkeit einer Luftmasse von der Wärme abhängen, welche mit ihr in latenter Gestalt combinirt ist, und von der, welche frei nach außen wirkt. Wir wollen annehmen, daß die ursprüngliche Dichtigkeit und Elasticität des Gases gleich der Einheit seyen; bei einem andern Zustande sey p die relative Elasticität, $\rho = 1 \pm \omega$ die relative Dichtigkeit. Sind nun h und h′ die Barometerstände, D und D′ die Dichtigkeiten in beiden Fällen, so ist

$$\frac{h'}{h} = p, \quad \frac{D'}{D} = 1 \pm \omega.$$

War τ die ursprüngliche Temperatur, ϑ der Temperaturunterschied, so ist $\tau + \vartheta$ die Temperatur im zweiten Falle. Bezeichnet α die Größe der Ausdehnung der Luft für einen Grad Wärme, so wird

$$p = \rho \cdot \frac{1 + \alpha\tau + \alpha\vartheta}{1 + \alpha\tau}.$$

Wird nun die Luft von der Dichtigkeit 1 plötzlich ausgedehnt, bis ihre Dichtigkeit $1 - \omega$ geworden ist, und nimmt diese wieder die äußere Temperatur an, so wird $1 - \omega$ zugleich das Maaß für die Elasticität der im Gefäße enthaltenen Luft. Bei dieser Ausdehnung entsteht plötzlich Kälte; ist daher i gleich der Zahl der Grade, um welche das Thermometer bei diesem Vorgange sinkt, so ist die Elasticität der Luft in demselben Augenblicke gleich

$$(1 - \omega) \frac{1 + \alpha\tau - \alpha i}{1 + \alpha\tau}.$$

Wäre die Luft plötzlich verdichtet worden, und wäre dabei die Temperatur um i Grade gestiegen, so hätten wir

$$(1 + \omega) \frac{1 + \alpha\tau - \alpha i}{1 + \alpha\tau}$$

erhalten. Die Größe i ist hier völlig unabhängig von τ, sie ist nur eine Function von der Aenderung des Volumens; wir können das Volumen oder die Dichtigkeit der Luftmasse daher als eine Function der Größe i ansehen, mithin setzen

$$\rho = \varphi \left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau} \right)$$

wo $\rho = 1$ wenn $i = 0$. Aber obgleich die Dichtigkeit einer Luftmasse blos von ihrer gebundenen Wärme abhängt, so wird ihre Temperatur sowohl durch die Aenderungen der Dichtigkeit als durch die aus fremden Quellen kommende Wärme modificirt. Sie wird wenigstens für einen Moment vermindert um alle bei der Verdünnung gebundenen, und vergrößert um alle bei der Condensation frei gewordenen Grade. Bezeichnet nun T die Temperatur, welche die Luftmasse wirklich hat, ϑ die aus äußern Quellen hinzukommende Wärme, so ist

$$T = \tau + i + \vartheta.$$

In unserer Atmosphäre sind ϑ und i zwei von einander abhängige Größen. Wird nämlich bei Ausdehnung der Luft Wärme gebunden, so strömt von allen Seiten Wärme in diese Masse, bis das Temperaturgleichgewicht wieder hergestellt ist. Substituiren wir daher den Werth von ρ in die Gleichung p und setzen in diese den Werth von T, so wird

$$p = \varphi\left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}\right) \cdot \frac{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\vartheta}{1 + \alpha\tau} \qquad (A)$$

Es kommt jetzt darauf an, die Function φ zu bestimmen. Clement und Desormes haben hierüber eine Reihe von Versuchen angestellt. Bei dem Barometerstande h füllten sie ein Gefäß mit Luft, pumpten sodann einen Theil derselben aus, und nachdem die bei der Verdünnung gebundene Wärme wieder hergestellt war, fanden sie im Gefäße den Druck h′. Hierauf öffneten sie den Hahn und ließen so lange Luft einströmen, bis das Barometer wieder auf h gestiegen war. Die durch Condensation frei gewordene Wärme zerstreute sich nach und nach, und der Druck betrug nach Herstellung des Temperaturgleichgewichtes nur h″. Wir haben daher folgende Punkte zu beachten.

1) Druck, Dichtigkeit und Temperatur im Anfange seyen $p, \rho, \tau + i + \vartheta$.

2) Ist ein Theil der Luft ausgepumpt, so verwandeln sich diese Größen nach Herstellung der äußern Temperatur in $p - \delta p$, $\rho - \delta\rho$, $\tau + i + \vartheta$.

3) Ist die Verbindung mit der äußern Luft hergestellt, bis das Barometer wieder auf h steht, so haben wir p,

$\rho - \delta\rho + \delta'\rho$, $\tau + i + \vartheta + \delta i$, wo $\delta'\rho$ die Zunahme der Dichtigkeit, $\delta' i$ die durch Condensation gebundene Wärme bezeichnet.

4) Hat sich die Wärme $\delta' i$ zerstreut und ist also der Druck kleiner geworden, so haben wir die Größen $p - \delta' p$, $\rho - \delta\rho + \delta'\rho$ und $\tau + i + \vartheta$.

Im ersten, zweiten und vierten Falle sind die Temperaturen gleich, und da sich in diesem Falle die Elasticität wie die Dichtigkeit verhält, so haben wir

$$\frac{\delta p}{p} = \frac{\delta\rho}{\rho}, \quad \frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\rho}$$

mithin erhalten wir auch

$$\frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\delta\rho} = \frac{\delta' p}{\delta p} = \frac{h - h''}{h - h'}$$

also $$e = \frac{h - h''}{h'' - h}, \quad \delta\rho - \delta'\rho = e \,.\, \delta'\rho.$$

Im ersten und dritten Falle sind die Elasticitäten gleich, es sind also die Producte der Dichtigkeiten mit den Factoren für die Ausdehnung bei verschiedenen Temperaturen gleich; wir haben also

$$\frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\rho} = \frac{\alpha\delta' i}{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\vartheta}$$

und setzen wir für $\delta\rho - \delta'\rho$ den eben gefundenen Werth, so ist

$$e\frac{\delta'\rho}{\rho} = \frac{\alpha\delta' i}{1 \pm \alpha\tau + \alpha i + \alpha\vartheta}$$

Hier bezeichnet $\delta' i$ die Wärme, welche frei wird, während die Dichtigkeit um $\delta'\rho$ wächst. Diese kleinen Aenderungen sieht Ivory als Differentiale an und durch Integration ergiebt sich

$$\rho^e = C\,(1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\vartheta).$$

Um die Constante zu bestimmen, setzt er $\vartheta = 0$, dann wird

$$\rho^e = \frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}$$

Aus den Versuchen von Clement und Desormes folgt $e = 0{,}3492$; eine Reihe Versuche von Gay-Lussac und

Welter giebt $\varepsilon = 0{,}37244$; im Mittel erhalten wir also sehr nahe $\varepsilon = \frac{1}{3}$, und darnach wird

$$\varrho = \left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3.$$

Setzen wir diesen Werth von ϱ in die Gleichung (A), so wird

$$p = \left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3 \cdot \frac{1+\alpha\tau+\alpha i+\alpha\vartheta}{1+\alpha\tau} \qquad \text{(B)}$$

Hier ist τ die Temperatur an der Erdoberfläche, ϑ die von außen einströmende Wärme, i die Wärme, welche gebunden wird, wenn die Dichtigkeit aus 1 in $1-\omega$ verwandelt wird, also $\tau + i + \vartheta$ die an der obern Station. Um diesen Ausdruck anzuwenden, ist noch eine Gleichung nöthig, welche die Relation zwischen dem Drucke, der Dichtigkeit und der Höhe angiebt. Es sey also h der Barometerstand, D die Dichtigkeit der Luft in der Höhe x, während h′ und D′ dieselben Größen an der Oberfläche der Erde angeben. Daraus folgt

$$h = \int - D \, . \, dx.$$

Ist nun l die Höhe einer Atmosphäre, welche in ihrer ganzen Masse dieselbe Dichtigkeit D′ hat, und welche den Druck h′ ausübt, so ist $h' = lD'$ und

$$\frac{h}{h'} = \int - \frac{D}{D'} \cdot \frac{dx}{l}.$$

Verstehen wir unter l die Größe bei 0°, so wird diese bei jeder andern Temperatur $l(1+\alpha\tau)$, mithin

$$\frac{h}{h'} = \int - \frac{D}{D'} \cdot \frac{dx}{l(1+\alpha\tau)}.$$

Setzen wir daher $s = \frac{x}{l(1+\alpha\tau)}$, so wird

$$p = \int - \varrho \delta s = \int - (1-\omega)\, ds \qquad \text{(C)}$$

Die Gleichungen (B) und (C) geben alle Relationen zwischen Druck, Temperatur, Dichtigkeit und Höhe einer Luftmasse in der im Gleichgewichte befindlichen Atmosphäre; alle Stücke hängen von i und ϑ ab, oder, setzen wir $t = i - \vartheta$, von i und t, und die ganze Untersuchung reducirt sich auf Bestimmung dieser beiden Größen.

Dalton glaubt nun, die Wärmemenge, welche dieselbe Luftmasse in irgend einer Höhe hat, sey allenthalben dieselbe, es sey also $\vartheta = 0$ und $i = t$. Jedoch stimmt dieses nicht mit den Erfahrungen; denn auf dem aerostatischen Ausfluge von Gay-Lussac fiel das Thermometer von 30°,8 auf — 9°,5, also um 40°,3, während die Dichtigkeit von 1 auf 0,432, nahe $\frac{1}{2}$ sank. Nun ergiebt sich aus dem Ausdrucke für ρ die Gleichung

$$i = \frac{1+\alpha\tau}{\alpha}\left(1 - \rho^{\frac{3}{8}}\right)$$

mithin für $\rho = \frac{1}{2}$ und $\tau = 31°$ wird $i = 61°$, also 21° zu groß. Stimmt Dalton's Hypothese also nicht ganz mit der Erfahrung überein, so spricht noch ein anderer Umstand gegen ihre Richtigkeit. Da nämlich keine Wärmemittheilung zwischen den sich berührenden Lufttheilchen Statt findet, so folgt, daß ihre Elasticität dieselbe ist, möge sie in Ruhe oder in Bewegung seyn; eine einmal in Bewegung gesetzte Luftmasse würde ihre Bewegung daher stets auf dieselbe Art fortsetzen und nie zur Ruhe kommen, der Erfahrung ganz zuwider.

Ivory nimmt daher an, daß noch von außen her eine Mittheilung der Wärme Statt findet. In einem verschlossenen Gefäße ist nun die Elasticität im Augenblicke der Verdünnung gleich $(1-\omega)^{\frac{8}{3}}$, späterhin wenn die Luft wieder die äußere Temperatur erlangt hat, gleich $1-\omega$; bei dem Uebergange von der einen dieser Größen zu der andern erhält also die Elasticität jede Zwischengröße. Ist daher $\varphi(\rho)$ oder $\varphi(1-\omega)$ eine Function der Dichtigkeit, so können wir vermittelst der Gleichung (C) eine Atmosphäre construiren, in welcher sowohl Elasticität und äußerer Druck gleich $\varphi(1-\omega)$ ist, wenn die Dichtigkeit $1-\omega$ ist. Die Zahl der Atmosphären, welche auf diese Art construirt werden kann, ist sehr groß, jede derselben aber hat das Eigenthümliche, daß die Wärme langsamer abnimmt, als es nach den Gesetzen der bloßen Verdünnung geschehen sollte, was auch die Erfahrung wirklich bestätigt. Bewegt sich in einer solchen Atmosphäre eine gegebene Luftmasse, welche wärmer ist als die umgebenden, nach oben, so wird ihre Temperatur theils durch Absorption bei der Ausdehnung, theils durch Abgeben an die benachbarten Luftschichten vermindert, bis sie endlich der der umgebenden Massen gleich

wird. Ist die Luft endlich bis zu diesem Punkte gekommen und hat sie noch nicht alle ihre Bewegung verloren, so können wir sie in ihrem weitern Fortgange mit den Lufttheilchen vergleichen, welche sich an den verschiedenen Stellen im Zustande des Gleichgewichts befinden. Es ist einleuchtend, daß der Druck an demselben Punkte des Raumes größer ist, möge die Luft sich im Zustande der Ruhe oder der Bewegung befinden; anders ist es mit der Menge der mitgetheilten Wärme, indem diese bei bewegter Luft kleiner ist, als bei ruhender, und zwar desto mehr, je schneller diese Bewegung ist. In dem Falle, wo von der Luft mehr Wärme erlangt wird, ist auch die Elasticität größer. Da also die Elasticität der aufsteigenden Luftmasse geringer ist, als der äußere Druck, und da ferner der Unterschied beider Kräfte das Aufsteigen verhindert, so wird die Geschwindigkeit endlich zerstört. Wenn sich umgekehrt eine Luftmasse nach unten bewegt, so giebt sie einen Theil ihrer Wärme ab, ihre Elasticität ändert sich schneller als der Druck, sie kommt endlich zur Ruhe. Wir erkennen hieraus also hinreichend die Möglichkeit eines stabilen Gleichgewichtes und sehen, daß eine bewegte Luftmasse endlich zur Ruhe kommen müsse, und die Hypothese, daß die Wärmemenge, welche beim Aufsteigen einer Luftmasse durch Verdünnung absorbirt wird, größer ist, als der Temperaturverlust, erhält einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Ist nun i die Wärme, welche beim Aufsteigen bis zu einer Höhe x absorbirt wird, ϑ die von den umgebenden Körpern einströmende, und t der Wärmeverlust, so ist $i - \vartheta = t$; wird diese Größe in die Gleichung (B) substituirt, so wird

$$p = \left(\frac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3 \cdot \frac{1+\alpha\tau-\alpha t}{1+\alpha\tau}, \quad \varrho = \left(\frac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3$$

wo ϱ die Dichtigkeit und p die Elasticität in der Höhe x ist. Da nun die Atmosphäre im Zustande des Gleichgewichtes ist, so wird der Druck gleich p, und die Größen p, i, t ändern sich zugleich, weil sie alle von x abhängen. Durch Differentiation erhalten wir also

$$-\frac{dp}{\varrho} = \frac{\alpha dt}{1+\alpha\tau}\left\{3\,\frac{di}{dt} \cdot \frac{1+\alpha\tau-\alpha t}{1+\alpha\tau-\alpha i} + 1\right\}.$$

Aus der oben gegebenen Gleichung $s = \frac{x}{l(1+\alpha\tau)}$ folgt

$$-\frac{dp}{p} = ds = \frac{dx}{l(1+\alpha\tau)}.$$

Werden daher beide Werthe von $-\frac{dp}{p}$ genommen, so wird

$$\frac{dx}{dt} = \alpha l \left\{ 3\frac{di}{dt} \cdot \frac{1+\alpha\tau-\alpha t}{1+\alpha\tau-\alpha i} + 1 \right\} \quad (D)$$

Die größte Schwierigkeit liegt hier in der Bestimmung der Relation zwischen i und t. Da nun t kleiner ist als i, so wollen wir $t = (1-\beta)\, i$ setzen; dann ist

$$\frac{1+\alpha\tau-\alpha t}{1+\alpha\tau} = \beta + (1-\beta)\frac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}.$$

Ist ferner $\tau' = \tau - t$ die Temperatur der obern Station, so ist

$$\left.\begin{array}{l} p = \beta\left(\dfrac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3 + (1-\beta)\left(\dfrac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^4 \\ \dfrac{1+\alpha\tau'}{1+\alpha\tau} = \beta + (1-\beta)\dfrac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau} \end{array}\right\} \quad (E)$$

Wäre hier $\beta = 0$, so würde $t = i$, also wir kommen auf Dalton's Hypothese, wäre $\beta = 1$, so würde $t = 0$; die Temperatur würde daher allenthalben gleich seyn, beides nicht der Natur entsprechend. Setzen wir nun in die Gleichung (D) die eben gefundenen Größen, so erhalten wir

$$\frac{dx}{dt} = \alpha l \left\{ 4 + \frac{3\beta}{1-\beta} \cdot \frac{1+\alpha\tau}{1+\alpha\tau-\alpha i} \right\},$$

Wir sehen hieraus, daß $\frac{dx}{dt}$ mit i wächst, daß also die Wärme desto langsamer abnimmt, je höher wir steigen. An der Oberfläche der Erde finden wir nahe 90 Toisen für eine Temperaturänderung von einem Grade; es ist also $\frac{dx}{dt} = 90$, $i = 0$ $\alpha = \frac{1}{800}$ und l nahe 4500 Toisen, also $\beta = \frac{4}{131}$, nahe 0,3.

Wir wollen diesen Werth in die Gleichungen (E) setzen, der Kürze halber aber schreiben $\frac{\alpha i}{1+\alpha\tau} = u$, $1-\beta = 0{,}7 = f$, dann werden die Gleichungen (E)

$$p = (1-u)^3(1-fu), \quad \frac{1+\alpha\tau'}{1+\alpha\tau} = 1 - fu, \text{ folglich}$$

$$\log.\frac{1}{p} : \log.\frac{1+\alpha\tau}{1+\alpha\tau'} = 1 + 3\left\{\log\frac{1}{1-u} : \log\frac{1}{1-fu}\right\}$$

Setzen wir auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens für die Logarithmen ihre Werthe, so erhalten wir annähernd

$$\log . \frac{1}{p} : \log . \frac{1+\alpha\tau}{1+\alpha\tau'} = \frac{3+f}{f} + \frac{3(1-f)}{2f(3+f)} . \log . \frac{1}{p}$$

oder wenn wir für f den obigen Zahlenwerth setzen,

$$\log . \frac{1}{p} : \log \frac{1+\alpha\tau}{1+\alpha\tau'} = 5\tfrac{2}{7} + \tfrac{45}{259} . \log \frac{1}{p}$$

wo aber das letzte Glied so klein ist, daß es nur in großen Höhen Einfluß erhält. Vergleicht man indessen die nach diesem Ausdrucke berechneten Größen mit denen, welche die Beobachtung giebt, so finden wir zum Theil sehr bedeutende Differenzen.

Die größte Schwierigkeit bei Untersuchung dieses letztern Punktes liegt in der Feststellung des Verhältnisses zwischen t und i; es ist die Frage, ob die Größe β für alle Werthe von i constant sey. So viel sehen wir indessen, daß diese Wärmeabnahme mit der Höhe noch keinesweges erklärt ist. Wären selbst bei Betrachtung dieser letzteren Ursache alle erforderlichen Größen mit einer Schärfe bestimmt worden, welche nichts zu wünschen übrig ließe, so ist die Frage, ob wir selbst in dem Falle, wo in den verschiedenen Luftschichten nicht verschiedene Strömungen von ungleicher Temperatur vorhanden sind, die Wärmeabnahme hinreichend genau angeben könnten. Es wird hiebei vorausgesetzt, daß die erwärmten Luftschichten sogleich in die Höhe steigen, so wie dieses die Temperaturdifferenz erfordert. Dieses aber scheint nicht vollkommen der Fall zu seyn. Die obern Luftschichten werden diesen aufsteigenden Massen anfänglich einen mehr oder weniger bedeutenden Widerstand entgegensetzen, die Abnahme der Temperatur wird daher von dem allgemeinen Gesetze abweichen; sind aber diese Luftmengen im Aufsteigen begriffen und haben sie eine gewisse Geschwindigkeit erreicht, dann werden sie sich nach dem Gesetze der Trägheit bis zu Höhen bewegen, welche größer sind, als diejenigen, welche die Temperaturdifferenz erfordert. Es ist hier gewissermaßen derselbe Fall, als der, welchen wir in dem sogenannten Seegrunde in der Nähe von Flüssen treffen. Nach dem Gesetze der communicirenden Röhren sollte das Wasser in den Brunnen stets dasselbe Niveau mit der Oberfläche des Flusses haben; der Widerstand, welchen das Wasser in den engen Kanälen findet,

die Ursache, daß die Brunnen bedeutend später steigen oder sinken, als der Fluß. Behalten wir diese Thatsache vor Augen, so ergiebt sich vielleicht hieraus außer der bereits erwähnten ungleichen Durchsichtigkeit der Luft die ungleiche Wärmeabnahme zu verschiedenen Tageszeiten.

Es ist häufig gefragt worden, ob die Luft in derselben Höhe stets einerlei Wärme habe, mögen die Versuche nun in freier Atmosphäre oder in der Nähe von Bergen angestellt werden. Weder theoretische Untersuchungen noch Beobachtungen haben uns bisher Mittel an die Hand gegeben, diese Frage genügend zu beantworten. Die Messungen über die Abnahme der Temperatur zeigen noch zu große Differenzen; die Zahl der in freier Luft angestellten Thermometerbeobachtungen ist zu klein, als daß sich hierüber etwas entscheiden ließe. Auf der andern Seite läßt uns die Theorie ganz im Stiche. Betrachten wir die aus der ungleichen Wärme-Capacität folgende Erkaltung, so wird dadurch gar keine oder doch nur eine sehr geringe Differenz bedingt, während die vom Boden ausstrahlende Wärme hierauf einen sehr großen Einfluß ausübt. Die größere Hitze der Sonnenstrahlen, welche sich wegen geringerer Schwächung des direct ankommenden Lichtes auf hohen Bergen zeigt, ist eine allen Reisenden wohl bekannte Thatsache [98]), und eben dieses bestätigen Sabine's directe Messungen auf Jamaica, indem nach diesen der Unterschied zwischen den Angaben eines im Schatten und eines zweiten in der Sonne hängenden Thermometers in der Höhe weit größer waren, als am Ufer des Meeres [99]). Muncke folgerte aus dieser Erfahrung, daß durch Einwirkung dieser Ursache die Luft auf hohen Bergen wärmer seyn müßte, als in der Tiefe. Jedoch zeigt schon der von Saussure, Bouguer und Andern erwähnte Umstand, daß die Luft schneidend kalt sey, wenn man aus der Sonne in den Schatten trete, daß die Atmosphäre selbst hier wenig erwärmt werde, daß vielmehr nur die Einwirkung dieser Strahlen auf feste und undurchsichtige Körper so groß sey. Auf der andern Seite

98) Saussure Reisen durch die Alpen IV, 107 u. 931. Bouguer Voyage in figure de la terre p. LI u. LIII.

99) Daniell Essays p. 219. Sabine account of experiments to determine the figure of the earth p. 507 bei Muncke Gehler's Wörterb. III, 1045.

müssen wir erwägen, daß eben diese Körper, welche am Tage so stark von der Sonne erhitzt werden, in der Nacht sehr leicht Wärme ausstrahlen, was bei der dünnen Luft um so leichter geschehen muß, da die Dichtigkeit der Luft nach den Versuchen von Dulong und Petit auf die Schnelligkeit der Erkaltung großen Einfluß hat[100]). Wenn der Boden auf hohen Bergen sehr stark erwärmt wird, dann wird die zunächst liegende Luft allerdings an dieser höhern Temperatur Theil nehmen, aber eben diese Luft steigt nun in die Höhe, kalte Luftmassen sinken in die Tiefe, weit leichter, als dieses auf ebenem Boden geschehen kann, da die Neigung des Berges selbst diese Bewegungen begünstigt. Je steiler die Böschung der Höhe ist, desto leichter können diese Bewegungen vor sich gehen, desto schneller nimmt die Temperatur ab, ganz den Erfahrungen von Saussure gemäß [1]). Je zerrissener die Oberfläche ist, je steiler die Wände ansteigen, desto größer wird der Gegensatz zwischen der Temperatur der von der Sonne beschienenen und der im Schatten liegenden Theile seyn, desto leichter werden solche Winde entstehen, die Temperatur hier also schneller abnehmen.

Diese Winde zeigen uns zugleich hinreichend, daß die Wärme, welche bei Compression oder Verdünnung der Luft gebunden oder entbunden wird, nicht allein im Stande ist, uns einen genügenden Grund für die Abnahme der Temperatur zu geben. Es ist eine allen Gebirgsbewohnern und allen Reisenden bekannte Thatsache, daß, wenn Luftmassen von der Höhe in die Tiefe stürzen, die Temperatur ungemein tief sinkt [1a]). Es ist ferner mehr als wahrscheinlich, daß bei heftigen durch einen großen Theil der Atmosphäre verbreiteten Winden die Temperaturabnahme einem ganz andern Gesetze folgt, als bei windstillem Wetter, weil im erstern Falle Luftschichten von sehr ungleicher Temperatur mit einander gemischt werden. Selbst wenn wir den Einfluß der Strahlung ganz übersehen, so läßt schon die Untersuchung von Ivory nach den Bemerkungen dieses ausgezeichneten Geometers eine sehr große

---

100) Dulong und Petit im Journal de l'école polyt. XI, 251 fg.

1) Saussure Reisen IV, 117. §. 935.

1a) Muncke in Gehler's Wörterb. III, 1061. Schmidt mathem. u. phys. Geogr. II, 302.

Menge von Hypothesen über die Constitution der Atmosphäre u. Es kann dann namentlich bei windstillem Wetter geschehen, daß die aufsteigenden Luftmassen in mäßigen Höhen einen sehr bedeutenden Widerstand erleiden, und daß die Wärme weit schneller abnimmt, als es nach den allgemein gültigen Gesetzen geschehen sollte. Die Luftmassen stehen dann in einem labilen Gleichgewichte, es bedarf nur einer mäßigen Kraft, um dieses zu heben; ist dieses geschehen, so stürzen mit Gewalt Luftmassen aus den obern Regionen in die Tiefe und die Wärme sinkt sehr schnell, wie wir dieses namentlich bei den Gewittern und Orcanen sehen.

Wenn nach der Mitte des Januars die Temperatur der Atmosphäre aufs Neue steigt, so schmilzt der Schnee in der Tiefe weg, während das Wasser auf höher liegenden Bergen noch meistens in fester Gestalt herabfällt. So wie die Wärme der Luft mit der Sonnenhöhe wächst, steigt die untere Gränze des Schnees höher, sie erreicht ihr Maximum zur Zeit der größten Temperatur oder etwas später im August, späterhin ist die Wärme nicht mehr im Stande, den neu gefallenen Schnee bis zu größern Höhen zu schmelzen, die Schneelinie sinkt nach und nach tiefer gegen die Ebenen. Jene größte Höhe, in welcher der Schnee eben geschmolzen war, bezeichnet man mit dem Namen der Schneegränze.

Bei Betrachtung der Schneegränze muß man die eigentlichen Glätscher*) wohl von den Schneefeldern unterscheiden. Die Glätscher sind wahre Eismassen, deren Oberfläche sehr rauh, deren Inneres sehr porös ist. Die Härte dieses Eises ist weit geringer, als die des Eises, welches durch das Gefrieren von tropfbar flüssigem Wasser entsteht, es hat ganz das Ansehen, als ob diese Massen durch Schnee entstanden wären, welcher von Wasser durchdrungen wurde, das in der Folge gefror. Vorzugsweise werden sie in engen Thälern mit steil ansteigenden Wänden getroffen, und daher sind es in den Hochgebirgen besonders die Querthäler, in denen wir Glätscher finden. Wenn auf den hohen Alpen während des größten Theils des Jahres Schnee fällt, so

*) Das Wort Glätscher stammt von dem französischen Glacier her, ist also Eismasse. In Tyrol heißen sie Ferner, in Steyermark und Kärnthen Keesse.

bleibt dieser nicht auf den jähen Abhängen liegen, Winde oder Lauwinen führen ihn in mehr oder weniger zusammenhängenden Massen in die Tiefe der Thäler. Der durch diese zwei Ursachen im Winter in dem Grunde der hohen Thäler angehäufte Schnee, welcher durch sein eigenes Gewicht stark zusammengepreßt wird, bleibt hier fast ohne eine Veränderung, bis die Wärme des Sommers einen Theil dieses Schnees schmilzt. Aber zu bedeutend sind diese Massen, als daß sie in einem einzigen Jahre geschmolzen werden könnten; nur auf der Oberfläche, wo die Sonne mit größter Energie wirkt, oder am Boden, wo die Wärme des Gesteins einwirkt, findet eine lebhafte Schmelzung Statt. In kurzer Zeit wird der Schnee ganz von Wasser durchdrungen und im folgenden Winter wird die ganze Masse in ein poröses Eis verwandelt. Diese Glätschermasse ist auf ganz eigenthümliche Weise aus Krystallen zusammengefügt, die vor dem Auflösen der Gesammtmasse so in ihrem Gefüge gegen einander sich auflockern, daß nicht nur am untern Rande abgerissene Glätscherfragmente, sondern auch oft die Ränder der Glätscher, vorzüglich wo sie in Vorsprünge und Kanten auslaufen, in bedeutender Masse beweglich sind. Auch bei dem lockersten Zusammenhängen der Krystalle und ihrer Beweglichkeit gegen einander fallen sie doch nicht aus einander; ja es braucht bedeutende Gewalt, einen Krystall aus der Masse zu trennen, und ohne ihn zu zerbrechen wird man kaum seine Absicht erreichen. Denn die Krystalle sind gleichsam nach allen Lagen und Richtungen gelenkförmig in einander gehängt, und jeder hilft seinen Nachbar in die Masse einkeilen. Ist aber nur ein Krystall herausgehoben, kann man sehr leicht einen nach dem andern mit den Fingern wegnehmen und so die ganze Masse abtragen. Auch zerfällt die Masse, wenn einige Krystalle aus der Verbindung gehoben, meist von selbst in Haufen [2]).

Von den Höhen erstrecken sich die Glätscher, deren Natur früher von Gruner und Saussure, neuerdings von F. J. Hugi mit Umsicht studirt wurden, bis zu bedeutender Tiefe [2a]). Ge-

2) Aus Hugi's naturhistorischer Alpenreise in Berghaus Annalen III, 292.

2a) Gruner Eisgebirge des Schweizerlandes. 8. Bern 1760. 3 Bde. Saussure Reisen durch die Alpen. Kap. VII. Bd. II. S. 198. §. 518. Hugi in Berghaus Annalen III, 286.

estalt der Thäler und Böschungswinkel der Thalwände bestim-
en die Meereshöhe, bis zu welcher sich die Glätscher von den
ismeeren der Gebirgsmassen herabziehen. Je steiler das Gebirge
isteigt, je schmäler das Thal wird, desto geringer wird die Höhe
rer untern Gränze, welche sich öfter neben üppig wachsenden
Wäldern befindet. Daher finden wir in den Alpen vorzugsweise
e Querthäler durch solche Eismassen ausgezeichnet [2c]). Hugi
at von mehreren Glätschern die Gränzen angegeben [3]): 1) Der
ntere Grindelwaldglätscher. Zwischen dem Eiger- und Metten-
erg senkt er sich Anfangs sanft, dann aber in äußerst wilden For-
en herab unter das Dorf Grindelwald zu einer Meereshöhe
on 533ᵗ; 2) der obere Grindelwaldglätscher, ebenfalls zerrissen
nd wild, aber kaum eine Tiefe von 670ᵗ (4000′) erreichend;
) der Rosenlauiglätscher zwischen das Well- und Stellihorn ein-
engt, steigt jäh und erreicht die Tiefe von 800ᵗ; 4) der Gauli-
ätscher erreicht die Tiefe von 830ᵗ nicht; 5) der Unteraar-
ätscher, an seinem Ausgange 921ᵗ hoch, steigt sehr sanft herab
nd theilt sich oben in den Lauter- und Finsteraarfirn; 6) der
Oberaarglätscher kommt jähe zwischen den Strahlhörnern und
em Zinkenstocke herab, ohne jedoch über Felsen sich zu stür-
en, und erreicht eine Tiefe von 1330ᵗ; 7) der Vieschergläts-
her drängt sich in den wildesten Formen herunter und liegt
it seinem Ausgange 692ᵗ hoch; 8) der Großaletschglätscher
heint eben so tief zu steigen; 9) der Lötschglätscher verliert sich
i 967ᵗ Höhe; 10) der Tschingel hat sein Ende bei 925ᵗ;
1) der Gasternglätscher bei 890ᵗ Höhe; 12) der Rhoneglätscher
i 916ᵗ; und 13) der Steinenglätscher bei 990ᵗ Höhe.

Es giebt noch eine zweite Klasse von Glätschern, welche auf
r Oberfläche der Höhen liegen; meistens füllen sie jäh herab-
igende Gebirgstobel aus, welche von den wildesten Gräten herab-
igen und über den höchsten Alpen sich wieder verflächen [3a]). Das
n ihnen gebildete Eis ist noch poröser als das der ersten Klasse,
er sie steigen nur selten bis unter 1167ᵗ Höhe herab.

2c) Saussure Reisen II, 204. §. 522.

3) Berghaus Annalen III, 290.

3a) Saussure Reisen II, 212. §. 529. und Hugi in Berghaus Annalen III, 291.

Aehnlich verhält es sich mit den sogenannten Schneegruben, in denen der Wind im Winter viel Schnee anhäuft, welcher im folgenden Sommer nicht geschmolzen wird [4]. Fast auf allen mäßigen Gebirgen finden wir solche, wie auf dem Schneeberge im Riesengebirge, dem Schneeberge bei Wienerisch-Neustadt und an andern Orten. Diese Schneegruben liefern uns gewissermaßen Miniaturbilder von Glätschern und dürfen mit dem ewigen Schnee der Hochgebirge nicht verwechselt werden.

Die Glätschermasse im Großen betrachtet erscheint blau, welches je nach der Mächtigkeit der Masse vom zartesten, kaum merkbaren Himmelblau durch sanftes Schmalteblau bis zum ausgezeichnetsten Lasur fortschreitet. An einigen Glätschern mischt sich in das Lasur ein sanftes Meergrün, das nicht selten über das erste vorherrscht [4a]. Je höher wir aber hinaufsteigen, desto matter wird das Blau. Dabei zeigt sich noch eine andere wichtige Änderung. Verfolgen wir einen Glätscher, welcher von der Höhe bis zu bedeutender Tiefe herabsteigt, so werden die Eiskrystalle nach oben immer kleiner; am Aletsch ist das Korn weit gröber als am Rosenlaui; dort fand Hugi unter dem Elfenhorn Krystalle über 2″ groß; schon eine Stunde weiter aufwärts, am Möriler-see, waren sie nur stark nußgroß; noch zwei Stunden weiter, am Faulhorn, waren sie noch viel kleiner. Und eben dieses zeigt sich an allen Glätschern [5].

Wenn man auf diese Art die Eisberge nach oben verfolgt, so trifft man endlich eine körnige, lockere Schneemasse, welche die Schweizer mit dem Namen Firn bezeichnen [6]. Die Höhe, in welcher diese Masse gefunden wird, beträgt mehr als 1200^t. Wenn die Sonne hier scheint, so verdunstet das durch Schmelzen des Schnees gebildete Wasser ungemein schnell, die Schneemassen selbst runden sich zu feinen Körnern ab. Dabei lockert sich der Firn mehrere Fuß tief so auf, daß er auf der Hand wie Hanfkörner aus einander fällt; in der Nacht wird dann die Masse durch die

---

4) Buch in Gilbert's Annalen XLI, 2.

4a) Hugi bei Berghaus Annalen III, 295.

5) Ebend. S. 294.

6) Ebend. S. 287.

älte wieder fest [7]). Wird etwas oberhalb der Glätscher dieser
rn aufgegraben, so findet man ihn schon in der Tiefe von einigen
ißen als glätscherartige Masse; je größer aber die Meereshöhe
ird, desto tiefer liegen die Schichten, in denen diese Umwand-
ng eintritt [8]). Auf den höchsten Spitzen treffen wir also eigent-
hen Schnee, welcher zwar von weitem betrachtet ganz das
änzende Ansehen der Glätscher haben kann, aber sich bei näherer
ntersuchung als Schnee zu erkennen giebt [9]).

Die Höhe, in welcher dieser Firn erscheint und für welche
ugi die Benennung Firnlinie vorschlägt, ist das, was man
wöhnlich Schneelinie heißt. Eigentliche Glätscher erheben
h nicht mehr bis zu ihr; in einer Höhe von 1270 Toisen (7600′)
rwandeln sich in den Alpen die Glätscher schnell in Firn. Diese
irnlinie hat nach den sorgfältigen Untersuchungen von Hugi in
en Alpen eine constante Höhe, was weit weniger von derjenigen
öhe der Fall ist, in welcher der Schnee nicht mehr geschmolzen
ird. Während letztere an südlichen Abhängen gegen 10000′ hoch
eigt, sinkt sie an der nördlichen zur Glätscherlinie herab; wo sie
i diesem Jahre höher steigt, senkt sie im nächsten Jahre sich tie-
r; dagegen fand dieser Beobachter bei seinen mehrjährigen
lätscherwanderungen nicht nur jedes Jahr die Firnlinie an dem-
elben Orte auffallend gleich, sondern eine Menge Höhenbeobach-
ngen an jener Linie zeigen, daß sie nach jeder Richtung sich
leich bleibe, daß weder nördlicher noch südlicher Abhang, noch
ndere Einflüsse sie zu erheben oder herabzurücken vermögen, daß
e mithin vorzugsweise durch eine bestimmte Höhe in der Atmo-
häre bedingt sey. Oberhalb des gegen Norden herabsteigenden
rindelwaldglätschers fand er sie zwischen dem Wengenkopf und
chreckhorn in einer Höhe von 1259ᵗ. Oberhalb Rosenlaui neben
m Tosenhorn zeigte die Beobachtung sie 1272ᵗ hoch. Auf dem
nteraarglätscher läuft sie nach vielen gleichzeitigen Beobachtungen
einer Höhe von 1280ᵗ, auf dem Oberaarglätscher fand er sie
des Jahr bei 1283ᵗ. Auch die Beobachtungen an den gegen

7) Hugi bei Berghaus Annalen III, 298. Saussure Reisen II,
214. §. 530. Buch in Gilbert's Annalen XLI, 15.

8) Hugi l. l. S. 294.

9) Saussure Reisen II, 214. §. 530.

Süden herabsteigenden Glätschern liefern ähnliche Resultate. Am Münsterglätscher beginnt der Firn bei 1280^t, am Vieschergletscher eine halbe Stunde unter dem Rothhorn bei 1282^t, am Aletsch zwischen dem Faul- und Aletschhorn bei 1283^t, am Lötschglätscher bei 1283^t, am Tschlingel bei 1283^t, und am Gaster bei 1277^t Höhe. So läßt es sich im Allgemeinen annehmen, daß bei 1267^t der ewige Firn beginne und daß man sich bei 1280^t ganz in seiner Region befinde. In den penninischen Alpen scheint die Firnlinie schon um etwas höher zu steigen, wenigstens liefern die Beobachtungen am Gries und an den Kämmen des Binnenthales fast eine Höhe von 1300^t [10]).

Vergleichen wir mit diesen Bestimmungen die Höhe der Schneegränze, wie sie andere Beobachter für die Alpen mittheilen, so finden wir mehr oder minder bedeutende Abweichungen. Zum Theil mag wohl der Umstand, daß die Schneegränze von der Firnlinie nicht gehörig unterschieden wurde, einen Grund für die Differenzen angeben. Aber noch andere Ursachen scheinen diese ungleiche Höhe zu bedingen. Es ist gewiß, daß gewaltige Eismassen die umgebende Atmosphäre erkalten und dadurch die Schneegränze deprimiren. Daher finden wir, daß die Schneelinie auf solchen Bergen, welche weit in die Region des ewigen Schnees hineinreichen, niedriger liegt, als auf solchen, welche diese Gränze kaum übersteigen [11]). Und ganz dasselbe fand Ramond in den Pyrenäen bestätigt, er glaubt sogar, daß die Schneegränze über die Breite der Pyrenäen weg eine Curve bilde, die nach oben concav von der einen Seite des Gebirges nach der andern fortziehe und deren Scheitel in der Mitte des Gebirges selbst liege, da hier die umgebenden Schneemassen nothwendig zur Erkaltung der Luft und zur Depression der Schneegränze beitragen müssen [12]). Auch die tiefe Depression der Schneegränze auf dem Folge-Fonden-Field im westlichen Norwegen glaubt Buch aus der Einwirkung der weit ausgedehnten Schneefelder ableiten zu müssen [13]). Hieraus müssen wir es uns endlich auch erklären, weshalb manche schnell an-

---

10) Hugi l. l. S. 289.

11) Saussure Reisen durch die Alpen VI, 123. §. 942.

12) Ramond bei Buch in Gilbert's Annalen XLI, 19.

13) Buch l. l. p. 15.

nde Gebirge von geringer Ausdehnung uns keinen ewigen Schnee zeigen, obgleich ihre Höhe so beschaffen ist, daß wir ihn wahrscheinlich auf ausgedehntern Gebirgen in den diesen Gebirgen antreffen würden, wie dieses namentlich von den Karpathen nach den Erfahrungen Wahlenberg's [14]) und v. Sydow's [15]) gilt. Eben dieses zeigt uns der Mauna Roah auf Hawaii [16]), welcher eine Höhe von 2580^t hat, also in die Region des ewigen Schnees reicht, ohne diesen zu haben.

Da die Schneegränze hauptsächlich durch die Temperatur des Sommers bedingt wird, so ist von selbst begreiflich, daß ihre Höhe uns ähnliche Oscillationen zeigen wird, welche wir bei der Temperatur der Sommermonate in verschiedenen Jahren treffen. In kalten Sommern wird sie niedriger liegen, als in warmen. Diese Oscillationen werden desto kleiner, je näher wir dem Aequator kommen [17]). Während in mittlern und höhern Breiten die Mittel mehrjähriger Messungen zur scharfen Fixirung dieser Größe erforderlich sind, so genügen wenige Messungen in den Aequinoctialgegenden zur Bestimmung dieses Punktes.

Je weiter wir nach Norden gehen, je geringer also die Temperatur wird, desto näher rückt die Schneegränze dem Boden; aber in derselben Breite ist dieser Abstand von der Oberfläche des Meeres nicht immer gleich, je mehr sich die Isotheren nach Norden bewegen, desto höher rückt die Schneegränze. Während diese nach Ramond am Neuvielle und dem Mont perdu in den Pyrenäen eine mittlere Höhe von 1360^t hat, steigt sie am Elbrus im Caucasus nach Kupffer, Engelhardt und Parrot bis zu 1700^t, obgleich hier im Innern des Continentes bei derselben Breite die mittlere Temperatur der Luft geringer ist, als im westlichen Europa. Außer der durch lebhaftere Erwärmung im Sommer bedingten Erhebung der Schneegränze im Caucasus scheint auch der hygrometrische Zustand der Luft hiebei eine Rolle zu spielen. Fehlen auch directe Messungen, so ist es doch mehr als wahrscheinlich, daß der Dampfgehalt der Luft, so wie die Menge

---

14) Wahlenberg Flora Carp. p. CVIII.
15) v. Sydow Reise in die Beskiden und Central-Carpathen.
16) Humboldt in Tidsskrift för Naturvidensk. I, 94.
17) Humboldt Observ. astr. I, 136.

des herabfallenden Schnees im Caucasus, geringer ist, als in den Pyrenäen; dort kann daher die kleinere Schneemenge leichter bis zu größeren Höhen wegeschmolzen werden, als hier; indem hier derselbe Umstand eintritt, welchen wir bei den Glätschern erwähnten. Selbst der Niederschlag neuer Schneemassen während des Sommers und die dadurch bedingte Depression der Schneegränze ist in den Pyrenäen leichter möglich, als am Elbrus. Eben dieses fand Wahlenberg in den lappländischen Alpen, indem hier die Schneegränze auf der norwegischen Seite 516^{t}, auf der schwedischen 643^{t} betrug. In Bergens Stift fanden Schouw und Smith für die Schneegränze eine Höhe von 800^{t}, in Tellemarken auf der Ostseite des Gebirges 916^{t} [18]).

Nirgends aber ist die Anomalie und der Unterschied in dem Verhalten der Schneegränze in dem Continental- und Küstenklima so groß, als im Himalaya. In einer frühern Abhandlung hatte Humboldt sie auf der Südseite dieser Bergkette zu 1900^{t} bestimmt [19]); aber der englische Reisende Webb fand bei Kedarnath (1875^{t}) und Milem (1843^{t}) noch Föhren und andere Bäume nebst Alpenrosen (Rhododendra), und im Passe Nügointi-Churhai (1986^{t}) noch eine üppige Vegetation; die Schneegränze muß daher höher angesetzt werden; inzwischen meint Humboldt, daß sie nicht über 1970^{t} angesetzt werden dürfe, da der Schnee im Anfange des Junius bei Kedarnath liegen bleibt [20]). Aber abgesehen davon, daß der Junius noch zu früh ist, um die Schneegränze zu bestimmen [21]), bemerkt Schouw, es sey die Differenz von 100 Toisen zwischen Schnee- und Baumgränze zu klein, da diese in der Schweiz 450^{t}, in dem Caucasus 650^{t} betrüge. Er fügt hinzu, er habe auf dem Aetna, dessen Höhe 1748^{t} beträgt, im September nur einzelne kleine Schneeflecken gefunden, während die untere Schneegränze im Junius in 1200^{t}, also 548^{t} niedriger lag, die Schneegränze müsse daher am südlichen Abhange des Himalaya noch höher ge-

18) Schouw in Tidsskrift for Naturvidensk. I, 95 Anm.
19) Annales de Chimie III, 304.
[illegible], 11.
[illegible] in Gehler's Wörterb. III, 1030. und Schouw
[illegible]t for Naturvid. I, 96.

ückt werden, zumal da Webb am Ende des Junius keinen Schnee, sondern eine üppige Vegetation antraf.

Ungeachtet der größern nördlichen Breite (nahe 31° N) liegt die Schneegränze auf der nördlichen Seite des Himalaya nicht nur höher als auf der südlichen, sondern sie übersteigt sogar die zwischen dem Aequator in America gefundene. Am Passe Kiti, welcher zum Thale des Sutlui führt [22]), fand Webb am 21sten August 1819 eine Höhe von 2605ᵗ, und doch war so wenig hier als 50 Toisen höher eine Spur von Schnee, während die Schneelinie in Süd-America am Aequator 2460ᵗ beträgt. Nördlich vom Passe traf er in einer Höhe von 2334 Toisen noch Pappeln und gute Weiden [23]). Nordwestlich von dieser Stelle fand Gérard in der Nähe von Shipke und Nako in einer Höhe von 2660ᵗ (17000 englische Fuß) noch eine geruchlose der Salbei ähnliche Pflanze [24]); auf einer andern Höhe fand er in 2650ᵗ (16921 engl. Fuß) in der Mitte Octobers noch keinen Schnee [25]), eben dieses gilt von dem Hungrung-Passe, welcher zu derselben Jahreszeit in 2320 Toisen (14837 Fuß) eben so wenig als die etwa 150 Toisen höhern Berge in der Nähe Schnee zeigte [26]). Das Dorf Nako in 1850 Toisen Höhe, das höchste, welches Gérard auf seinem Wege antraf, besitzt Weizenfelder bis zu 2033 Toisen Höhe, und neben dem Dorfe liegt ein von Aprikosenbäumen umgebener Teich, dessen Eisdecke der Jugend im Winter zu ihren Belustigungen dient [27]). Humboldt bestimmt die Höhe der Schneegränze auf der Nordseite des Himalaya zu 2650 Toisen, vielleicht nach der Messung von Gérard noch etwas zu klein, aber doch etwa 600ᵗ höher als am südlichen Abhange.

---

22) Die meisten dieser Orte findet man auf der Map of the countries North of the Sutluj in Brewster's Journ. of Sc. Vol. II. Tab. I. Für die allgemeine Uebersicht scheint die Charte von Hindostan mit einem Theile des Birmanischen Reichs entw. u. gez. v. Heinr. Hübbe, 1828, in dem Atlas von Stieler unter den kleinern Charten am meisten zu empfehlen.

23) Humboldt in Ann. de Chimie XIV. l. l.

24) Brewster's Edinb. Journ. of Sc. I, 45.

25) Ibid. p. 44.

26) Ibid. p. 51.

27) Ibid. p. 48.

Sind wir nach dem Gesagten auch nicht im Stande die Schneegränze in dieser Gegend vollkommen schärf anzugeben, so geht daraus wenigstens so viel mit Gewißheit hervor, daß sie am nördlichen Abhange mehrere hundert Toisen höher liegt, als am südlichen.

Die Ursache dieser Differenz sucht Humboldt in der Biegung der Isotheren; wenn es jedoch nach dem Gesagten nicht zu läugnen ist, daß diese die Schneelinie höher hinauf rücken, als in America, so wird dadurch doch nicht die Differenz zwischen den beiden Seiten des Gebirges erklärt. Der wichtigste bisher weniger beachtete Grund scheint mir im innigen Zusammenhange mit den Moussons zu stehen. Nördlich vom Himalaya liegt ein mehr als 1000 Toisen hohes Plateau, welches, mit Sand und Kieseln bedeckt, im Sommer sehr stark erwärmt wird. Der Gegensatz zwischen der Temperatur über dieser Wüste und dem südlicher liegenden Meere ist es eben, welche nach dem früher Gesagten den SW-Mousson erzeugt [28]). Gegen die nördlichen Abhänge der Kette werden also heiße Landwinde, gegen die letztern kühlere Seewinde wehen. Die Depression der Schneegränze, welche durch diesen Umstand bedingt wird, nimmt noch dadurch zu, daß diese Seewinde an den hohen Gipfeln des Gebirges condensirt werden, daß vorhandene Wolken und Nebel gerade im Sommer, wo hier die Regenzeit Statt findet, die Einwirkung der Sonne verhindern. Sodann scheint es wahrscheinlich, daß auf den südlichen Abhängen die Niederschläge weit reichlicher sind, als auf der nördlichen, daß also der Schnee dort nicht so leicht weggeschmolzen werden könne. Wie trocken die Luft im Thale des Sutluj sey, davon erzählt Gérard ein auffallendes Beispiel. Während er in Schipke war, wehte ein heftiger Wind, welcher alle Gegenstände schnell austrocknete; die Blätter der Bücher waren mehr zusammengeschrumpft, als er dieses je bei den heißen Winden beobachtet hatte [29]). Und völlig ähnliche Verhältnisse, als uns das Himalaya-Gebirge auf der See- und Continentalseite zeigt, finden wir wieder in den Gebirgen von Chili, wo den Messungen von Pentland zufolge die Schneegränze auf dem östlichen Abhange weit höher liegt, als auf dem westlichen.

---

28) Bd. I. S. 186.

29) Brewster's Journ. of Sc. I, 42.

Folgende Tafel, welche ich größtentheils aus der Zusammenstellung von Muncke [30]) entlehnt habe, giebt die Höhe der Schneegränze in verschiedenen Gegenden. Mehrere dieser Bestimmungen scheinen mir verdächtig; ich habe diese mit einem Fragezeichen bezeichnet.

Ort	Breite	Schneegränze in Toisen	Beobachter
Cotopaxi	Von 1° 28′ S bis 0°	2538	v. Humboldt [31])
Antisana		2493	
Chimborazo		2471	
Rucu-Pichincha		2460	
Nevado del Corazon		2453	
Pichincha	0° 10′ S	2450	Condamine [32])
Quito	0. 0	2460	v. Humboldt [33])
Popayan	0. 3 N	2430	v. Humboldt [34])
Chili auf dem östlichen Abhange der Anden	zwischen 15° und 17° S	2718	Pentland [35])
Mexico	19. 0 N	2350	v. Humboldt [36])
Ebend.	20. 0	2361	v. Humboldt [37])
Himalaya, südlicher Abhang	30. 0	1900 (?)	v. Humboldt [38])
Ebend., nördlicher Abhang	31. 0	2610 (?)	
Atlas	31. 0	1925 (?)	Ali-Bey [39])
Libanon	33. 0	1517 (?)	Wahlenberg [40])
Aetna	37. 33	1500 (?)	Saussure [41])
Pic du Midi	42. 0	1506	Ramond [42])
Canigou	42. 31	1456	Saussure [43])

30) Gehler's Wörterb. III, 1023.
31) Annales de Chimie XIV, 1.
32) Journal d'un Voy. à l'équateur p. 48.
33) Essai sur la géographie des plantes p. 132.
34) Atlas géogr. et phys. des regions équinox. Tab. VI.
35) Bibl. univ. XLII, 25.
36) Humboldt Neu-Spanien.
37) Essai sur la géogr. des plantes p. 133.
38) Annales de Chimie XIV.
39) Aus Hällström de termino atmosphaerae terrae nivalis. Aboae 1823. bei Muncke.
40) Wahlenberg Bericht über Messungen und Beobachtungen zur Bestimmung der Höhe und Temp. der lappl. Alpen S. 59.
41) Saussure Reisen IV, 121. §. 941. Nach Schouw scheint die Schneegränze bedeutend höher zu liegen, indem er im September nur einzelne Schneeflecke fand. Tidsskrift for Naturvidensk. I, 96.
42) Ann. de Chimie II, 192.
43) Saussure Reisen IV, 121. §. 940. Nur unbestimmte Angabe, da Saussure bemerkt, dieses sey der höchste Gipfel der Pyrenäen, deren höchste Gipfel ewigen Schnee tragen.

Ort	Breite	Schneegränze in Toisen	Beobachter
Pic Long		1450	Ramond [44])
Neuvielle	43° 0′ N	1375	Ramond [44])
Mont perdu	43. 0	1313	Parrot [45])
Maladetta, Nordseite	42. 45	1376	Parrot [46])
Ebend., Südseite		1563	Parrot [47])
Pyrenäen im Allgemeinen	42° 30′ bis 43° 0′	1400	v. Humboldt [48])
Elbrus, Caucasus	43. 0	1710	Parrot und Kupffer [49])
Alpen	45½°	1370	Wahlenberg [50])
dieselben	45½	1350	Saussure [51])
dieselben	dasselbe	1420	Buch [52])
Carpathen	Nicht bis zur Schneelinie sich erhebend [53])		

44) Ann. de Chimie II. l. 1,

45) Reise in die Pyrenäen in Naturwissenschaftl. Abh. aus Dorpat I, 228.

46) Das. I, 273.

47) Das. I, 297.

48) Ann. de Chimie XIV, l. 1.

49) Parrot u. Engelhardt Reise II, 113 geben 1688t, Kupffer in Bibl. univ. XLII, 170 giebt 1733t.

50) Wahlenberg de veget. et clim. Helv. p. XLIV. Schouw glaubt, daß seinen Messungen zufolge die Schneegränze auch in den südlichen Alpen nicht viel höher liege. Tidsskrift for Naturvidensk. I, 101.

51) Saussure Reisen IV, 124. §. 944 u. 943.

52) Gilbert's Annalen XI, 48.

53) Gewöhnlich wird auf Wahlenberg's Autorität angegeben, die Schneegränze habe hier eine Höhe von 1330 Toisen, aber Wahlenberg selbst hielt sich in einem ungewöhnlich nassen Sommer (1813) in den Karpathen auf (Wahlenberg Flora Carp. p. CVIII) und bemerkt selbst, er habe im Gebirge keinen ewigen Schnee gefunden. Da die meisten Physiker die beiläufige Schätzung dieses Reisenden als naturgemäß angesehen haben, ohne die übrigen Bemerkungen desselben zu berücksichtigen, so will ich hier die ganze Stelle, welche die Schneegränze betrifft, mittheilen. Nachdem er nämlich gesagt hat, daß viele Gewächse und namentlich Waldbäume (offenbar wegen der großen Winterkälte) in geringer Höhe auf den Karpathen zurückblieben, fährt er fort: *Terminum nivalem* quod attinet non possumus non mirari eum tam diu desiderari in tanta vegetationis pauperie et tanta distantia a termino sylvatico. Jamdudum monui, Carpatos mirum in modum nivis pauperes esse respectu alpium helveticarum et lapponicarum. Non tantum omnes alpes accessoriae nive cito denudantur, sed etiam Krivan magnus aestatibus solitis jamdudum Junio privatus est omni nive hyemali,

Ort	Breite	Schneegränze in Toisen	Beobachter
Folgefonden (Norw.), westl. Abhang	60 N	800 t	Herzberg [5])
östl. Abh.		916	Smith [55])

et insolito illo anno 1818 medio Julii ne vestigium nivis permanentis habebat. Huic tamen non deest superficies satis magna et tam parum inclinata, quin nives ob tales rationes ibi manere possint in elevatione 7500 pedum supra mare, cum multo asperior et magis isolatus Mons Pilatus Helvetiae cum elevatione tantum 6500 pedum nive perenni numquam careat. Krivanum itaque considerantibus nulla in mentem venit idea de termino nivali. Tota facies anterior Carpatorum aeque nive destituta est. Ipsum cacumen Lomnitzense praeterlapsa aestate die 19 Augusti neque nives neque aquam habuit et tale idem etiam reperit D. Townson. Ab hoc vertice Carpatos considerans omnia reliqua cacumina etiam nive hyemali denudata esse vidi. In absconditis tantum sinubus convallium altissimarum et intimarum nix hyemalis permanet per annos; quo respectu praecipue regio supra Fünfsee infra Eisthalerspitze valde memorabilis est; ubi e cacumine lato rupestri Eisthalerspitze tantae moles nivis (Schneelauwinen) devolvuntur et infra accumulantur, ut aestate proxima in his sinubus ob cacumina anteriora ventis calidis non expositis consumi non possint, verum parvas glacies (Gletscher) forment, quarum ora inferior massam glaciei disruptam apertissime commonstrat. Hae parvae glacies unicum sunt quod scio indicium termini nivalis per totos Carpatos, et forsan, terra magis explanata, ut omnes nives non in paucis sinubus accumularentur, verum dispersae subsisterent, nec illa indicia ibi permanerent. Itaque accipiens cacumen Eisthalerspitze terminum nivalem in elevatione 8000 pedum attingere, vereor adhuc ne sit terminus nivalis justo depressior constitutus. Verum omnino est tantam absentiam nivis parum convenire notioni de termino nivali et de generatione glacierum, qualem nempe eam accepimus praecipue in alpibus lapponicis, ubi omnia cacumina nivibus perennibus longe tecta esse reperimus antequam ullum initium glacierum prodeat. Wahlenberg Flora Carp. p. LXXII.

54) Bei Buch in Gilbert's Annalen XLI, 16. Dieses stimmt auch mit der Angabe von Smith bei Schouw in Tidsskrift for Naturvid. I, 95, während Hisinger sagt, Smith habe hier die Schneegebirge zu 642t gefunden. Poggendorff's Annalen VII, 40.

55) Bei Schouw l. l. Auch hier giebt Hisinger nur 723t; Naumann fand daselbst 660t. Hisinger l. l.

Ort	Breite	Schneegränze in Toisen	Beobachter
Snöhättan auf Doprefield	62° 15′ N	842 t	Hisinger [56])
Souckustöt, Norw., östlich von Fämund's See	62. 12	883	Hisinger [56])
Sylfiellet	63. 0	833	Hisinger [56])
Arescutan	63. 25	808	Hisinger [56])
Eliasberg, Nord-America	62. 0	767 (?)	Wahlenberg [57])
Island	63½	423	Mörcks [58])
	65. 0	483	Olaffen [59])
Lulea Lappmark	67. 0	683	Wahlenberg [60])
Sulitelma	67. 5	517	Wahlenberg [61])
Valli, Schweden	67. 6	683	Wahlenberg [61])
Talpa jegna, Norw.	67. 20	500	Wahlenberg [61])
Talwig, Norw.	70. 0	550	v. Buch [62])
Hammerfest	70. 38	417	v. Buch [63])
Nord-Cap, Mageröe	71. 10	367	v. Buch [63])

Verbinden wir die in verschiedenen Breiten gefundenen Höhen der Schneegränze, so erhalten wir dadurch eine Curve, welche der Erdoberfläche desto näher rückt, je weiter wir uns vom Aequator entfernen. Hällström hat sich bemüht, die Coordinaten dieser Curve zu bestimmen, indem er einen großen Theil der oben mitgetheilten Messungen zu dieser Bestimmung benutzte [64]). Ist

56) Poggendorff's Annalen VII, 40.

57) Wahlenberg Bericht über Messungen S. 58.

58) Der Esian-Berg im südwestlichen Theile hat diese Höhe und steti Schnee; auf Skardheide, welche etwas höher ist, ging der Schnee am Schlusse des Julius bis zu 870 Toisen herab. Schouw in Tidsskrift for Naturvidensk. I, 102.

59) Buch in Gilbert's Annalen XLI, 37 u. XXIV, 319. Sind beide Bestimmungen auf Island richtig, so würden die feuchten Südwestwinde die Schneegränze im südwestlichen Theile der Insel eben so deprimiren, als wir dieses am Himalaya finden.

60) Bei Hisinger l. l.

61) Aus Bericht von Messungen bei Muncke.

62) Gilbert's Annalen XLI, 27.

63) Ibid. p. 32.

64) Mir fehlt die Abhandlung von Hällström de termino stat. terr. niv. Aboae 1823, und ich kenne die Resultate nur aus der neuen Ausgabe von Gehler's Wörterb.

A die Höhe der Schneegränze in Toisen und φ die entsprechende Breite, so findet er

$$A = 2462,4 + 293 \sin\varphi - 2501,8 \sin^2\varphi$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler von 63,5 Toisen. Es geht jedoch aus dem bereits Gesagten hervor, daß der Abstand der krummen Fläche, welche mit der Schneegränze zusammenfällt, nicht in allen Breiten gleich sey, es ist vielmehr eine Fläche mit mehrfachen Krümmungen. Stellen wir zur Uebersicht der Erscheinungen die Messungen zusammen, welche in America, in den Pyrenäen und Norwegen angestellt sind, so erhalten wir folgende Größen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Aequator	0	2473^t	2534^t,2	+ 61^t,2
Mexico	19. 24	2336	2276,4	— 59,6
Pyrenäen	42. 39	1417	1461,5	+ 44,5
Norwegen	60. 0	800	781,5	— 18,5
	62. 15	842	703,9	— 138,1
	67. 5	517	551,5	+ 34,5
	67. 20	500	544,3	+ 44,3
	70. 0	550	470,6	— 79,4
	70. 38	417	454,2	+ 37,2
	71. 10	367	440,7	+ 73,7

Die in obiger Tafel enthaltenen Höhen der Schneegränze lassen sich annähernd ausdrücken durch die Gleichung

$$A = 197^t,19 + 2337^t,06 \cos^2\varphi$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon''(A) = 45^t,21$.

Die Abweichungen der Formel sind zum Theil bedeutend, aber einerseits müssen wir erwägen, daß die Schneegränze namentlich in höheren Breiten noch nicht mit hinreichender Schärfe bestimmt ist, andererseits aber ist die Frage, ob sich die Höhe derselben an den betrachteten Orten wirklich nach demselben Gesetze richtet, und ob nicht Localursachen in den hier verglichenen Gegenden, so ähnlich sie auch zum Theil liegen, Differenzen erzeugen. So ist z. B. die berechnete Höhe in Mexico kleiner als die beobachtete, jedenfalls deshalb, weil durch die Nähe des Pla-

traus die Schneegränze gehoben wird; auf Mageröe in 71° 10′ N liegt aber die Schneegränze niedriger, als sie nach der Formel liegen sollte, offenbar weil hier die häufigen Nebel dieselbe deprimiren.

Am Nordpole ist die Höhe der Schneegränze nach diesem Ausdrucke 197,2 Toisen; nach der Formel Hällström's beträgt dieselbe 253,6 Toisen. Muncke [65]) fügt hinzu, man habe gewöhnlich nach Tob. Mayer angenommen, die Schneegränze berühre den Nordpol, Gay-Lussac aber bemerke mit Recht [66]), daß die neuesten Beobachtungen, namentlich von Scoresby, gezeigt hätten, daß diese Annahme unzulässig sey; er glaubt, man könne auch für die günstigste Localität das Einschneiden der Schneegränze in die Erdoberfläche nicht weiter hinauf rücken bis an die Nordspitze von Spitzbergen, also unter 80° N. Da dieser Ausdruck, welchen Hällström und ich für die Höhe der Schneegränze entwickelt haben, ein rein empirischer ist, so bleibt es allerdings unentschieden, ob derselbe die Größe in der Nähe des Poles genau darstelle. Muncke scheint jedoch an dieser Stelle die Schneelinie mit der Gegend zu verwechseln, deren mittlere Temperatur 0° ist, wie wenigstens aus der Verweisung auf die Arbeit Gay-Lussac's hervorzugehen scheint, da in dieser nur von der Gegend die Rede ist, deren mittlere Temperatur mit dem Gefrierpunkte zusammenfällt. Aber schon längst hat Humboldt bemerkt, die mittlere Temperatur der Schneegränze falle nicht mit 0° zusammen, wie dieses früher Bouguer vermuthet hatte [67]). Er bestimmt diese Temperatur am Aequator zu 1°,5, in der gemäßigsten Zone zu — 3°,7, und in den Polargegenden — 6° [68]); Muncke führt an einer andern Stelle an [69]), nach von Humboldt liege die Schneegränze unter dem Aequator bei 0°,4, in den gemäßigten Zonen nach Pictet [70]) bei — 4°,6, und in den

65) Gehler's Wörterb. N. A. III, 1027.

66) Annales de Chimie XXVII, 435.

67) Bouguer Voyage L.

68) Humboldt Observ. astr. I, 136 und Mém. d'Arcueil III, 588.

69) Gehler's Wörterb. III, 1022.

70) Gilbert's Annalen XXV, 318.

nördlichen nach Humboldt [71]) bei — 6°. Aus dieser letztern Bestimmung folgert Schmidt, daß die Temperatur der Schneegränze am Pole — 8°,8 sey, also etwas geringer *), als diejenige Größe, welche wir oben für die Temperatur des Nordpoles fanden. Da in der Nähe der Schneegränze keine Beobachtungen vorhanden sind, so läßt sich diese Wärme nur dadurch herleiten, daß wir von der Temperatur der Ebenen ausgehen und das Gesetz der Wärmeabnahme berücksichtigend diejenige Größe bestimmen, welche directe Messungen in jener Höhe angeben würden. Aber hier tritt sogleich die Schwierigkeit ein, daß wir das Gesetz dieser Abnahme nicht kennen. Nehmen wir die Schneegränzen für die Schweizer-Alpen zu 1370 Toisen, so giebt der oben gefundene Ausdruck

$$\log t_h = 0{,}0192764 - 0{,}000017357 \, . \, h$$

für die Temperatur der Schneegränze — 2°,8, und diese Bestimmung dürfte einiges Gewicht haben, da sowohl die Schneegränze als die Wärmeabnahme für dasselbe Gebirge bestimmt sind. Nehmen wir an, daß der Coefficient von h für alle Gegenden richtig sey, und wird als constante Größe die jeder Breite entsprechende Temperatur der Ebene genommen, so erhalten wir für die Wärme der Schneegränze unter dem Aequator — 0°,2 (Ebene 27°,5), für die Pyrenäen in 42° 39′ — 1°,5 (Ebene 14°,5), und für das Nord-Cap in 71° 10′ — 4°,8 (Ebene — 0°,1), aber bei letzterer Bestimmung sogar muß es unentschieden bleiben, ob diese Wärme nicht etwas zu hoch ist, da immer die Frage unbeantwortet bleibt, ob die hohe Temperatur von Norwegens Westküste sich vorzugsweise in der Tiefe zeigt, oder ob sie sich auch bis zu bedeutendern Höhen erstreckt. So viel scheint wenigstens wahrscheinlich, daß die Schneegränze die Erdoberfläche erst nördlich von jener Gegend berührt, welche Muncke ihr anweist, da auf Spitzbergen noch einige Pflanzen wachsen; die Schnee- und Eismassen, welche in den Schluchten gefunden wurden, scheinen aber vielmehr Glätscher als Schneefelder zu seyn.

---

71) Annales de Chimie XIV, 19.

*) Mathem. u. phys. Geogr. II, 288. §. 173.

Ich wende mich nunmehr zu der Betrachtung des letzten Punktes, nämlich zu der Temperatur des Bodens. Welche Hypothese wir auch über die Wärme im Innern aufstellen mögen, so ist so viel gewiß, daß die Erdrinde im Laufe der Jahrtausende ihre anfänglich hohe Temperatur verlieren mußte, wofern wir eine solche der Erde im Urzustande geben; sie muß längst erwärmt seyn, wofern wir annehmen, daß die Erde ursprünglich eine kalte Masse war. Wir wollen daher diese eigenthümliche Wärme zunächst übersehen, und nur auf die Sonne Rücksicht nehmen. Indem ihre Strahlen die Erdoberfläche erwärmen, dringt ein Theil der Wärme durch Leitung ins Innere, ein anderer dagegen strahlt gegen den Himmelsraum. Das Verhältniß zwischen beiden Theilen hängt von der Wärme-Capacität und dem Leitungsvermögen ab. Nach dem Untergange der Sonne verliert die äußere Rinde einen Theil ihrer Wärme durch Strahlung; von derjenigen Menge, welche ins Innere gedrungen war, kehrt ein Theil gegen die Oberfläche zurück, während ein anderer fortfährt, sich in die Tiefe zu bewegen. Es kommt nun außer den bereits erwähnten Umständen noch auf das Verhältniß zwischen der Länge der Tage und der Nächte an. Ist die Zeit, während welcher die Erde erwärmt wird, größer als diejenige, in welcher sie erkaltet, so erhält der Boden am Tage mehr Wärme, als er in der Nacht verliert, seine Temperatur nimmt also zu, während im Winter das Gegentheil Statt findet. Außer dieser directen Einwirkung der Sonnenstrahlen hat der Niederschlag von Regen noch einen großen Einfluß auf den Gang der Wärme. Indem das Wasser in den Boden dringt, wird letzterer je nach der Temperaturverschiedenheit erwärmt oder erkaltet, und es müssen dadurch größere oder geringere Anomalieen hervorgebracht werden. Berücksichtigen wir hiebei gänzlich die gegenseitige Wärme-Capacität des Bodens und des Wassers, so wird von selbst einleuchtend, daß die allgemeine Auflösung dieses Problems im hohen Grade verwickelt wird.

Fourier hat es versucht, das Problem über die Wärme des Bodens allgemein aufzulösen [73]). Indem er die Oscillationen der Temperatur an der Erdoberfläche betrachtet, übersieht er zunächst

72) Mém. de l'Acad. des Sc. T. V, p. 153—179.

nächst die Bewegung der Wärme in horizontaler Richtung, da alle nahe liegenden Punkte derselben Horizontalschicht in demselben Momente sehr nahe dieselbe Temperatur haben, so daß zwischen ihnen nur eine unbedeutende Mittheilung der Wärme Statt findet. Es haben demnach alle Punkte, deren Abstand vom Mittelpunkte der Kugel gleich groß ist, eine gemeinschaftliche Temperatur v, welche sich mit der Zeit t ändert; ist x jener Abstand, so ist v eine Function von x und t, und die Gesetze der Wärme geben

$$\frac{dv}{dt} = \frac{K}{CD}\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{dv}{dx}\right).$$

Ist X der Halbmesser der Erde, u der Abstand von der Erdoberfläche, so ist $x = X - u$, und da X sehr groß ist, so verwandelt sich dieser Ausdruck in

$$\frac{dv}{dt} = \frac{K}{CD} \cdot \frac{d^2v}{du^2} = k\,\frac{d^2v}{du^2} \qquad (A)$$

Für $u = o$ genügt diese Gleichung (A) der bestimmten Gleichung $v = \varphi(t)$, wo φ eine periodische Function von der Beschaffenheit ist, daß sie ihren Werth nicht ändert, wenn man $t + \vartheta$ für t setzt, wo ϑ die Dauer der Periode angiebt, während welcher die Aenderungen der Wärme vor sich gehen. Man genügt dieser Bedingung, wenn man

$$v = ae^{-gu}\cos(2g^2kt - gu)$$

oder

$$v = ae^{-gu}\sin(2g^2kt - gu)$$

setzt, wo a und g arbiträre Größen sind, und es läßt sich mithin der allgemeine Werth von v ausdrücken durch

$$v = \qquad (B)$$

$$e^{-gu}\left[a\cos(2g^2kt - gu) + b\sin(2g^2kt - gu)\right]$$

$$+ e^{-g_1u}\left[a_1\cos(2g_1^2kt - g_1u) + b_1\sin(2g_1^2kt - g_1u)\right]$$

$$+ e^{-g_2u}\left[a_2\cos(2g_2^2kt - g_2u) + b_2\sin(2g_2^2kt - g_2u)\right]$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Setzt man hier $u = 0$, so erhält man die Bedingungsgleichung

$$\begin{aligned}\varphi(t) = & \; a \cos 2g^2kt + b \sin 2g^2kt \\ & + a_1 \cos 2g_1^2kt + b_1 \sin 2g_1^2kt \\ & + a_2 \cos 2g_2^2kt + b_2 \sin 2g_2^2kt \\ & + \ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

Damit diese Function periodisch werde und denselben Werth behalte, wenn t um ϑ wächst, setze man $2g^2k\vartheta = 2i\pi$, wo i irgend eine ganze Zahl ist. Setzt man für $g, g_1, g_2, \ldots$ Zahlen, welcher dieser Bedingung genügen, so wird der allgemeine durch die Gleichung (B) gegebene Ausdruck ebenfalls periodisch und man erhält

$$\begin{aligned}\varphi t = & \; a + a_1 \cos\left(1\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) + b_1 \sin\left(1\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) \\ & + a_2 \cos\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) + b_2 \sin\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) \\ & + a_3 \cos\left(3\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) + b_3 \sin\left(3\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) \\ & + \ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

Zur Bestimmung der Coefficienten erhalten wir hieraus folgende Ausdrücke:

$$\pi a = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\vartheta} \int \varphi t dt$$

$$\pi a_1 = \frac{2\pi}{\vartheta} \int \varphi t \cos\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) dt$$

$$\pi b_1 = \frac{2\pi}{\vartheta} \int \varphi t \sin\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) dt$$

$$\ldots\ldots\ldots$$

$$\pi a_i = \frac{2\pi}{\vartheta} \int \varphi t \cos\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) dt$$

$$\pi b_i = \frac{2\pi}{\vartheta} \int \varphi t \sin\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t\right) dt$$

wo die Integrale von $t = 0$ bis $t = \vartheta$ genommen werden. Da nun diese Coefficienten bekannt sind, und da wir für die Exponenten $g, g_1, g_2, \ldots g_i$ die Größen $0, \sqrt{\frac{2\pi}{k\vartheta}}, \sqrt{\frac{i\pi}{k\vartheta}} \ldots \frac{i\pi}{k\vartheta}$ erhalten, so wird

$$
\text{(C)}\quad
\begin{aligned}
v = {} & \frac{1}{\vartheta}\int \varphi t\,dt + \frac{2}{\vartheta}\cdot e^{-u\sqrt{\frac{\pi}{k\vartheta}}}
\left\{\begin{aligned}
&\cos\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \cos\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt\\
&+\sin\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \sin\left(\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt
\end{aligned}\right\}\\
& + \frac{2}{\vartheta}\cdot e^{-u\sqrt{\frac{2\pi}{k\vartheta}}}
\left\{\begin{aligned}
&\cos\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{2\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \cos\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt\\
&+\sin\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{2\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \sin\left(2\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt
\end{aligned}\right\}\\
& + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
& + \frac{2}{\vartheta}\, e^{-u\sqrt{\frac{i\pi}{k\vartheta}}}
\left\{\begin{aligned}
&\cos\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{i\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \cos\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt\\
&+\sin\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t - u\sqrt{i\frac{\pi}{k\vartheta}}\right)\int \varphi t \sin\left(i\frac{2\pi}{\vartheta}t\right)dt
\end{aligned}\right\}\\
& + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}
$$

Hier bilden die Exponentalgrößen $e^{-u\sqrt{\frac{\pi}{k\vartheta}}}$, $e^{-u\sqrt{2\frac{2\pi}{k\vartheta}}}$ .... eine convergirende Reihe, welche desto mehr convergirt, je größer u ist. Die Temperatur eines etwas tiefen Punktes wird also sehr nahe durch die beiden ersten Glieder dieses Ausdruckes gegeben, zumal da der Coefficient der Exponentalgröße den Sinus und Cosinus enthält, also zwischen $+1$ und -1 liegt. Giebt man der Größe u einen hinreichenden Werth, so wird der Werth von v constant; man erhält daher $\frac{1}{\vartheta}\int\varphi t\,dt$ wo φt die veränderliche Temperatur an der Oberfläche bedeutet und das Integral von $t = 0$ bis $t = \vartheta$ genommen wird; es ist also die constante Temperatur eines tiefer liegenden Punktes gleich der mittlern an der Erdoberfläche. Ist U die Tiefe, in welcher wir diese constante Temperatur antreffen, bezeichnet ferner ω die Differenz zwischen der mittlern Temperatur und derjenigen eines Punktes, welcher sich in der wenig von U verschiedenen Tiefe u befindet, so wird nach Anbringung der nöthigen Reductionen

$$\omega = v - \frac{1}{\vartheta}\int\varphi t\,dt$$

$$= e^{-gu}\left[a\cos(2g^2kt - gu) + b\sin(2g^2kt - gu)\right]$$

$$= e^{-gu}(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}\sin\left(2g^2kt - gu + \text{arc.tang}\frac{a}{b}\right) \quad (D)$$

wo a, b, g die vorher mit a_1, b_1, g_1 bezeichneten Größen sind. Sieht man u als constant an und läßt sich die Größe t ändern, so erhält man $e^{-gu}(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}$ als größten Werth von ω, es nimmt also der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur eines Punktes in der Tiefe in geometrischer Reihe ab, wenn die Tiefe in arithmetischer Reihe wächst. Außer der Tiefe hat aber auch die Dauer der Periode auf die Größe der Oscillation einen großen Einfluß. Setzen wir nämlich für g seinen Werth, so erhalten wir als Unterschied zwischen den Extremen

$2e^{-u\sqrt{\frac{\pi}{k\vartheta}}}(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}$. Suchen wir also die Tiefen au

für welche die Größe gleich ist, so muß $\frac{u}{\sqrt{\vartheta}}$ stets denselben Werth
behalten, da alle übrigen Größen dieselben sind; diese Bedingung
zeigt uns, daß die Tiefen wie die Quadratwurzeln aus der Dauer
der Perioden wachsen müssen, wofern die Aenderungen gleich
seyn sollen. Sehen wir daher die Dauer eines Tages als Einheit
an, und bestimmen die Tiefe, in welcher die täglichen Oscillationen
verschwinden, so muß die Tiefe, in welcher die jährlichen verschwinden 19 Mal ($\sqrt{365}$) größer seyn.

Wenn man nun zwei Thermometer in derselben Verticale
im Boden befestigt, von denen aber das eine unmittelbar unter
der Oberfläche liegt, so zeigt der Gang dieser Instrumente die
respective Wirkung der äußern Wärme und der Wärme im Innern. Steht nämlich das obere Thermometer höher als das
untere, so ist dieses ein Beweis, daß die Erde von der Sonne
Wärme erhält; findet aber das Gegentheil Statt, so folgt, daß
die Wärme, welche die Erde früher von der Sonne erhalten
hatte, sich nun in der Atmosphäre zerstreut, daß sich also die
Wärme von unten nach oben bewegt. Um den Gang der Wärme
in beiden Stationen zu bestimmen, nehmen wir die Gleichung (D).
Die Wärme, welche in einer unendlich kleinen Zeit dt von dem
obern Punkte nach dem untern in einer Säule von dem Querschnitte ω geht, ist $-K\frac{dv}{du}dt$, wo K die innere Leitbarkeit der
Rinde bezeichnet. Nimmt man hier den Werth von $\frac{dv}{du}$, so wird

$$-\frac{dv}{du} = e^{-gu} \,.\, g\sqrt{2}\,(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}$$
$$\times \sin\left\{2g^2kt - gu - \text{arc. tang}\frac{a+b}{a-b}\right\}.$$

Die jährliche Erwärmung fängt dann an, wenn an der Oberfläche der Erde die unter dem Sinuszeichen befindliche Größe verschwindet und nun negativ wird, sie dauert sechs Monate, und in
der zweiten Hälfte des Jahres findet Erkaltung Statt. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme ins Innere dringt, ist proportional dem Werthe von $-\frac{dv}{du}$. An der Oberfläche der Erde
erhalten wir für diese Aenderung

$$-\frac{dv}{du} = g\sqrt{2}\,(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}} \sin\left\{2g^2kt - \text{arc. tang}\frac{a+b}{a-b}\right\} \quad (F)$$

Für eben diesen Punkt verwandelt sich die Gleichung (D) in

$$\omega = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}} \sin\left(2g^2kt - \text{arc. tang}\,\frac{a}{b}\right) \quad (G)$$

Rechnen wir die Zeit t von dem Momente an, wo $\omega = 0$ ist, so verschwindet die Größe arc. tang $\frac{a}{b}$, indem $a = 0$ ist, und man erhält

$$\omega = b \sin 2g^2kt$$

$$-\frac{dv}{du} = gb\sqrt{2}\,\sin\left(2g^2kt + \tfrac{1}{4}\pi\right)$$

Es wird hier also $\frac{dv}{du}$ positiv, wenn $2g^2kt + \frac{1}{4}\pi = 0$, oder indem wir den Werth von g setzen, wenn $t = -\frac{1}{8}\vartheta$, d. h. die jährliche Erwärmung fängt $\frac{1}{8}$ Jahr an, nachdem die Oberfläche ihre mittlere Temperatur erreicht hatte; bis dahin ist das Innere wärmer als die Oberfläche und ein Theil dieser Wärme entweicht in die Atmosphäre; späterhin wird die Oberfläche wärmer und es findet eine entgegengesetzte Bewegung Statt. Eben so fängt die Erkaltung $\frac{1}{8}$ Jahr an, nachdem die abnehmende Temperatur der Oberfläche ihren mittlern Werth erreicht hat. Jede dieser Perioden dauert ein halbes Jahr.

Um die numerischen Verhältnisse nach dieser Untersuchung Fourier's zu bestimmen, ist eine genaue Kenntniß der Wärmecapacität und des Leitungsvermögens der Substanzen erforderlich, aus denen die Erdrinde besteht; bis jetzt sind hierüber noch keine genügenden Messungen angestellt. Eben so fehlt es fast ganz an directen Beobachtungen über die Aenderungen der Temperatur in der Erdrinde. Die einzige umfassende bisher bekannt gewordene Reihe von Messungen ist diejenige, welche Ferguson zu Abbotshall in Fife in 56° 10′ und etwa 50′ über dem Spiegel des Meeres in den Jahren 1816 und 1817 anstellte. Die großen und starken Thermometerkugeln wurden 1, 2, 3 und 4 Fuß tief unter die Oberfläche gesenkt, während die Röhren aus die Oberfläche hervorragten. Der mittlere Stand dieser Instrumente war nach dem Mittel beider Jahre folgender: [73])

73) Ure Handwörterbuch der practischen Chemie. 8. Weimar 1825. S. [illegible]

Monat	Ein Fuß Tiefe	Zwei Fuß Tiefe	Drei Fuß Tiefe	Vier Fuß Tiefe
Januar	1°,56	3°,06	4°,78	6°,69
Februar	1,86	3,33	4,61	5,75
März	2,89	3,58	4,81	5,78
April	5,75	4,67	5,56	6,22
Mai	7,44	8,05	6,67	6,72
Junius	10,75	9,83	8,53	8,22
Julius	12,56	12,08	11,89	9,25
August	10,94	11,78	10,73	9,83
September	11,28	11,11	11,11	10,19
October	7,97	9,64	9,75	9,83
November	4,94	6,81	7,03	8,11
December	2,67	4,69	6,64	7,89
Jahr	6,72	7,39	7,67	7,87

Es lassen sich diese Größen darstellen durch folgende Ausdrücke:

Ein Fuß Tiefe:

$$T_n = 6^\circ{,}718 + 5^\circ{,}380 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 240^\circ\,58'\right\} + 0^\circ{,}172 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 342^\circ\,28'\right\}$$

Zwei Fuß Tiefe:

$$T_n = 7^\circ{,}386 + 4^\circ{,}744 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 229^\circ\,56'\right\} + 0^\circ{,}157 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 37^\circ\,15'\right\}$$

Drei Fuß Tiefe:

$$T_n = 7^\circ{,}674 + 3^\circ 477 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 219^\circ\,37'\right\} + 0^\circ{,}457 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 11^\circ\,7'\right\}$$

Vier Fuß Tiefe:

$$T_n = 7^\circ{,}875 + 2^\circ{,}191 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 201^\circ\,55'\right\} + 0^\circ{,}104 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 2^\circ\,13'\right\}$$

Die Größe, welche das in drei Fuß Tiefe eingesenkte Thermometer im Julius angab, zeigt eine eigene Anomalie, wovon wir bei den übrigen keine Spur finden. Da entweder Beobachtungsfehler oder Druckfehler vorhanden zu seyn scheinen, so habe ich es für zweckmäßig gehalten, diejenige Größe, welche die oben mitgetheilte Formel für den Julius giebt, nämlich 10°,81, als beob-

achtete anzusehen und die Constanten nochmals zu bestimmen; dann erhalten wir

$$T_n = 7^\circ,584 + 3^\circ,332 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 217^\circ\, 50'\} + 0^\circ,365 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\, 60 + 349^\circ\, 21'\}$$

Leiten wir aus diesen Ausdrücken die Extreme her, so finden wir

	Minimum	Maximum	Unterschied
Ein Fuß Tiefe	1°,444	12°,215	10°,771
Zwei Fuß Tiefe	2,511	12,272	9,761
Drei Fuß Tiefe	4,616	11,281	6,665
Vier Fuß Tiefe	5,748	10,143	4,395

Wir sehen hieraus also, daß der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur desto kleiner wird, je tiefer wir hinabsteigen. Nach den theoretischen Untersuchungen von Fourier nimmt dieser Unterschied in geometrischer Reihe ab, wenn die Tiefe in arithmetischer wächst. Ist Δ_p die der Tiefe p entsprechende Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten jährlichen Temperatur, so haben wir also

$$\log \Delta_p = a + bp$$

wo a und b constante Größen sind. Werden diese aus den obigen Beobachtungen hergeleitet, so erhalten wir

$$\log \Delta_p = 1{,}20552 - 0{,}133359\, p.$$

Die folgende Tafel enthält die berechneten Differenzen.

Tiefe	Differenz: Beobachtet	Differenz: Berechnet	Unterschied
0	......	16°,05	....
1′	10°,771	11,808	+ 1,037
2′	9,761	8,686	− 1,075
3′	6,665	6,389	− 0,276
4′	4,395	4,700	+ 0,305
6′	......	2,543	....
10′	......	0,745	....
15′	......	0,160	....
20′	......	0,035	

In einer Tiefe von 20 Fuß sind also hier die jährlichen Aenderungen nahe verschwunden, da die Differenz zwischen den Extremen eine Größe ist, welche sich nur noch mit sehr guten Instrumenten wahrnehmen läßt. Nehmen wir demnach diese Größe als richtig, so würden die täglichen Aenderungen in einer Tiefe von 1',047 verschwinden, wofür wir nahe die Größe von einem Fuße annehmen können. Diese Größe aber gilt nur für den Punkt, an welchem jene Beobachtungen angestellt wurden, da das Leitungsvermögen des Bodens und die Differenz zwischen den Temperaturen des Winters und Sommers in der Luft hierauf großen Einfluß haben. Da in Deutschland die letztere Größe $\frac{1}{3}$ größer ist, als in England *), so wird die Tiefe, wo die jährlichen Aenderungen verschwinden, etwa 30' betragen.

Es fehlt bisher noch ganz an Beobachtungen, um diese Verhältnisse zu bestimmen; es ist in neueren Schriften wohl öfter die Bestimmung von Fourier mitgetheilt worden, wonach diese Oscillation in einer Tiefe von 180' (60^m) verschwinden soll, es ist dabei aber übersehen, daß diese ganze Bestimmung für eine eiserne Kugel gilt [74]). Schon Saussure suchte diesen Punkt zu fixiren, aber in einer Tiefe von 29,5 Fuß fand er noch eine Aenderung von 1° R [75]), woraus folgen würde, daß die Oscillationen erst in einer noch größern Tiefe verschwinden würden. Zu bemerken ist jedoch, daß die Messungen von Saussure in einem Brunnen angestellt wurden und daß mithin die äußere Luft hierauf einen größern oder geringern Einfluß äußern mußte.

Der obigen Bestimmung sehr nahe kommend ist das Resultat, welches Muncke aus den Messungen herleitete, welche er in Heidelberg anstellte. Er senkte drei Thermometer in 1$\frac{1}{2}$, 3 und 5 Fuß Tiefe und fand durch fortgesetzte Beobachtungen folgende Thatsachen [76]):

1) die Einflüsse der täglichen Veränderungen der äußern Wärme reichen bis 1,5 Fuß der Erdrinde und verschwinden bei 3' Tiefe;

---

*) S. oben S. 60.

74) Mém. de l'Ac. des Sc. T. V. p. 165.

75) Aus Voyages III. §. 1418 in Bibl. britann. VIII, 341.

76) Gehler's Wörterb. N. A. III, 989.

2) die monatlichen Einflüsse fangen an zu verschwinden bei 5 Fuß;

3) die jährlichen Einflüsse werden hiernach in einer Tiefe von $\frac{12}{2} \cdot 5 = 30$ Fuß verschwinden.

Suchen wir die Zeiten auf, wo die äußersten und mittlern Temperaturen eintreten, so erhalten wir folgende Tage:

	Minimum	Medium	Maximum	Medium
Luft *)	12 Januar	27 April	27 Julius	23 Octbr.
Ein Fuß Tiefe	25 Januar	30 April	2 August	28 Octbr.
Zwei Fuß Tiefe	11 Februar	12 Mai	8 August	8 Novbr.
Drei Fuß Tiefe	23 Februar	28 Mai	22 August	16 Novbr.
Vier Fuß Tiefe	15 März	10 Junius	6 Septbr.	6 Decbr.

Ein jeder dieser Momente tritt also desto später ein, je tiefer der Punkt liegt. Schon Saussure machte auf diesen Umstand aufmerksam [77]) und er glaubte, daß in einer gewissen Tiefe das Minimum in demselben Momente eintreten würde, wo die Luft ihr Maximum erreicht, und umgekehrt; es würde dann die Temperatur dieses Punktes während desselben halben Jahres steigen, in welchem die der Luft sinkt. In noch größerer Tiefe würde sich auch dieser Gang wieder umkehren, das Maximum oder Minimum der Bodenwärme würde wieder mit dem der Lufttemperatur zusammenfallen. Im Allgemeinen betrachtet ist diese Folgerung richtig; aber beide Vorgänge werden sich erst in Tiefen ereignen, wo die Oscillationen nicht mehr wahrnehmbar sind. Ein jeder der betrachteten vier Momente tritt im Durchschnitte bei dem vier Fuß tiefen Thermometer 48 Tage später ein, als in der Luft. Nehmen wir an, daß diese Retardation gleichförmig mit der Tiefe wachse, so würde sie in einer Tiefe von 15 Fuß ein halbes Jahr betragen; aber hier sind die Aenderungen im Gange des Thermometers kaum noch wahrnehmbar.

Um die Wärme des Bodens zu bestimmen, ist es unstreitig am zweckmäßigsten, Thermometer bis zu gewissen Tiefen einzusenken; meistens hat man dazu andere Methoden angewendet. So

*) Bd. I. S. 127.

77) Bibl. brit. VIII, 341 aus Voyages III. §. 1418.

wird in Paris seit langer Zeit ein im Keller des Observatoriums hängendes Thermometer beobachtet. Gewöhnlich wird die Wärme der Quellen aufgesucht. Da nämlich das Wasser einen größern oder geringern Weg nimmt, um zu Tage zu treten, so wird es mit der Zeit die Temperatur des Gesteins annehmen, und wenn wir daher öfter im Jahre die Wärme des Quellwassers untersuchen, so erhalten wir dadurch auch ein Maaß für die Temperatur des Bodens, obgleich dabei freilich die Tiefe unbekannt bleibt, in welcher diese Wärme Statt findet. Roebuck scheint zuerst Messungen dieser Art empfohlen zu haben, indem er darauf aufmerksam machte, daß die Temperatur der Brunnen in London und Edinburgh sehr nahe mit der mittlern der Luft übereinstimmte [78]). In der Folge regte John Hunter den Gegenstand aufs Neue an, und zeigte, daß die Temperatur der Quellen auf Jamaica und London sehr nahe mit der der Luft zusammenfiel [79]). Erst durch Humboldt's Untersuchungen zwischen den Wendekreisen und namentlich die von ihm aus diesen Messungen hergeleiteten Folgerungen wurde der Gegenstand mehr beachtet [80]). Besonders war es Wahlenberg, welchem wir eine große Reihe trefflicher Beobachtungen in Scandinavien [81]), in der Schweiz [82]) und in den Karpathen [83]) verdanken. L. v. Buch, welcher diesen ausgezeichneten Pflanzengeographen zu den gedachten Untersuchungen aufgefordert hatte, stellte auf seinen Reisen ebenfalls eine Reihe von Messungen an und gab zuerst einen genügenden Grund für die Anomalieen, welche uns manche Quellen zeigen [84]). Unter verschiedenen Arbeiten mögen nur noch die Untersuchungen von Erman über die Temperatur der Quellen in der Nähe von

---

78) Philos. Trans. for 1775. Vol. LXV, 461.

79) Ibid. 1788. Vol. LXXVIII. p. 53.

80) Mém. d'Arcueil T. III. p. 597 enthält die meisten Resultate; einzelne Bemerkungen sind in dem Reiseberichte an verschiedenen Stellen.

81) Gilbert's Annalen XLI, 115.

82) Wahlenberg de Veget. et Clim. in Helvetia septentr. p. LXI.

83) Wahlenberg Flora Carp. p. XCIV.

84) L. v. Buch Canar. Ins. S. 80. Poggendorff's Ann. XII, 403.

Berlin [85]), die seines Sohnes über die Wärme des Bodens bei Königsberg [86]), so wie die umfassende und lehrreiche Arbeit von Kupffer [87]) erwähnt werden.

Bei dieser Untersuchung kommt sehr viel auf die Beschaffenheit der Quelle an, deren man sich zur Ermittelung der Bodentemperatur bedient. Der Ort, wo die Quelle gespeist wird, darf nicht zu tief unter der Oberfläche liegen. Wir werden sogleich nachher sagen, daß die Wärme in bedeutender Tiefe größer zu werden scheint; Quellen, deren Behälter sehr tief liegt, werden eine zu große Wärme angeben. Eben so wenig dürfen reichhaltige Mineralquellen zu dieser Untersuchung genommen werden, theils die Tiefe, aus welcher dieselben hervorkommen, theils die chemischen Processe, welche bei ihrer Bildung vor sich gehen, werden ihre Wärme modificiren. Schon Erman machte auf den Umstand aufmerksam, daß fast sämmtliche Salzquellen eine zu hohe Temperatur hätten [88]); selbst eine unverhältnißmäßig größere Menge von Kohlensäure ist im Stande, die Wärme der Quellen sehr bedeutend zu erhöhen [89]).

Will man die Temperatur des Bodens durch wenige Beobachtungen kennen lernen, so sind dazu wirklich fließende Quellen, welche in der Nähe der Oberfläche gespeist werden, am geeignetsten. Fließen die Quellen nur sparsam, oder sind es oben offene Brunnen, aus denen nur seltener Wasser geschöpft wird, so kann es geschehen, daß sich Anomalieen zeigen. Die Wärme wird im letzteren Falle stets etwas geringer seyn, weil im Winter die warme Luft aus der Tiefe in die Höhe steigt, durch kalte von oben hineinsinkende ersetzt wird, woraus nothwendig eine Depression der Temperatur erfolgt, für welche im Sommer keine analoge Compensation Statt findet. Als Bestätigung dient die von Erman gemachte Erfahrung, nach welcher ein oben gewölbter Brunnen bei Potsdam eine geringere Temperatur hatte, als alle übrigen Quellen der Gegend [90]).

---

85) Abh. d. Berl. Acad. 1818—19. S. 77.
86) Poggendorff's Ann. XI, 297.
87) Ebend. XV, 159.
88) Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 399.
89) Buch in Poggendorff's Ann. XII, 415.
90) Abh. d. Berl. Accad. für 1818. S. 388.

Wenn in solchen Brunnen das Wasser eine etwas große Höhe hat, so kann noch ein anderer Uebelstand eintreten. Es ist wenig wahrscheinlich, daß eine mehrere Fuß hohe Wassersäule in ihrer ganzen Länge einerlei Temperatur habe. Findet ein solcher Unterschied in der Wärme Statt, so werden sich die Schichten der ihrer Temperatur entsprechenden Dichtigkeit gemäß ordnen. Wird nun der Brunnen wenig ausgeschöpft, so kann schon ein etwas größeres oder geringeres Einsenken des Thermometers Differenzen erzeugen; ja wenn die Temperatur des Brunnens im Laufe des Jahres sehr bedeutende Oscillationen zeigt, so kann hier ein großer Fehler im mittlern Werthe entstehen, welcher nur dadurch vermindert wird, daß man das Wasser vor der Messung längere Zeit umrührt. Wie bedeutend die Fehler seyn können, welche bei einer einzelnen Messung bei Nichtbeachtung dieses Umstandes begangen werden, möge folgende Thatsache beweisen. Im Winter 1829—30 beobachtete ich mehrere Quellen und Brunnen in der Nähe von Halle. Unterhalb der Kreuzschäferei bei Cröllwitz befindet sich wenige Fuß über der Saale ein Gewölbe, aus welchem sparsam Wasser herausquillt, das in demselben eine Tiefe von 2 bis 3 Fuß hat. So wie die Temperatur in dem gedachten Jahre sank, nahm auch die Wärme des Wassers schnell ab. Am 3ten Januar 1830, wo ich bis dahin durch den Schnee verhindert, seit 14 Tagen die erste Messung machte, war die Thür des Brunnens wie gewöhnlich verschlossen; Mangel einer Spur im Schnee zeigte, daß hier seit längerer Zeit kein Wasser geschöpft war, die Oberfläche des Wassers war mit einer mehrere Linien dicken Eisrinde bedeckt. Nachdem diese zerschlagen war, zeigte sich unter der Eisdecke eine Temperatur, welche etwas höher war als die des Gefrierpunktes, aber nachdem das Wasser etwa eine Viertelstunde umgerührt war, fand ich in der Tiefe von einem Fuße eine Temperatur von 3° R, mochte ich das Thermometer vor dem Eintauchen bis etwa 8° erwärmt oder bis unter 0° erkaltet haben.

Selbst unter reichlicher fließenden Quellen giebt es sehr wenige, welche während des ganzen Jahres genau dieselbe Temperatur haben, und Angaben, welche ein Beobachter aus einer einzigen Messung hergeleitet hat, dürfen daher stets nur mit Vorsicht benutzt werden. Da sich aber die meisten Quellen im Laufe des Jahres nur wenig ändern, und es also bei Bestimmung des

Ganges der Wärme während dieser Zeit auf sehr kleine Differenzen ankommt, so muß die Temperatur mit möglichster Schärfe bestimmt werden. Außer einer sorgfältigen Beobachtung des Standes ist erforderlich, daß das Thermometer und das Wasser genau dieselbe Wärme haben. Man muß daher so lange warten, bis zwischen beiden ein vollkommenes Gleichgewicht vorhanden ist, und dafür sorgen, daß das Thermometer während des Ablesens seinen Stand nicht ändere. Wahlenberg umwickelt die Kugel seines Instrumentes mehrfach mit einem Stücke Tuch als einem schlechten Wärmeleiter, und legt dieses etwa eine Stunde auf den Boden der Quelle [91]). Ich führe gewöhnlich eine Viertelstunde das Thermometer in der Quelle hin und her, im Winter aber, wo auch diese Operation langweilig ist, wende ich folgendes Verfahren an. Da mir die Wärme des Wassers sehr nahe aus den vorhergehenden Messungen bekannt ist, so erwärme ich die Kugel, bis sie eine etwa 2° höhere Temperatur hat, und bewege das Thermometer kurze Zeit im Wasser hin und her; nachdem der Stand abgelesen ist, lasse ich das Thermometer in der Luft erkalten, bis es etwa 1° bis 2° kälter ist, als die Quelle, und wiederhole die Messung. Beide Beobachtungen, die sich in wenigen Minuten anstellen lassen, haben mir selten eine Differenz von 0°,1 gegeben.

Nur wenige Quellen sind das ganze Jahr hindurch regelmäßig beobachtet worden; um manche Eigenthümlichkeiten im Gange der Bodenwärme kennen zu lernen, will ich hier zuerst zwei Quellen aus der Nähe von Colinton bei Edinburgh in 55° 54′ N betrachten, welche vom August 1827 bis 1828 beobachtet sind. Die aus Kies kommende Quelle A liegt 336′,8, die aus Lehm kommende Quelle B 264′,3 (engl.) über dem Meere [92]).

91) Gilbert's Annalen XLI, 117.

92) Berghaus Hertha, Januar 1829. Bd. XIII. S. 20.

Monat	Quelle A Beob.	Berechn.	Unterschied	Quelle B Beob.	Berechn.	Untersch.
Januar	8°,38	8°,34	—0°,04	7°,64	6°,99	—0°,65
Februar	7,69	7,94	+0,25	6,25	6,70	+0,45
März	7,95	7,63	—0,32	7,41	6,89	—0,52
April	7,71	7,78	+0,07	7,71	7,67	—0,04
Mai	8,14	8,35	+0,21	8,84	8,86	+0,02
Junius	9,13	9,03	—0,10	10,31	10,01	—0,20
Julius	9,58	9,45	—0,13	10,87	10,66	—0,21
August	9,36	9,44	+0,08	10,56	10,58	+0,02
Septbr.	9,03	9,17	+0,14	10,14	9,95	—0,19
October	9,06	8,92	—0,14	9,65	9,08	—0,57
Novbr.	8,78	8,79	+0,01	8,06	8,24	+0,18
Decbr.	8,63	8,65	+0,02	7,69	7,55	—0,14
Jahr	8,62			8,60		

Wir finden für den Gang dieser Quellen folgende Größen:

Quelle A:

$$T_n = 8^\circ{,}621 + 0^\circ{,}793 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,30^\circ + 209^\circ\,0'\right\}$$
$$+ 0^\circ{,}289 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,60^\circ + 79^\circ\,24'\right\}$$

Quelle B:

$$T_n = 8^\circ{,}600 + 1^\circ{,}964 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,30^\circ + 233^\circ\,53'\right\}$$
$$+ 0^\circ{,}237 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,60^\circ + 79^\circ\,20'\right\}$$

Die beiden Extreme sind bei der Quelle A 7°,62 und 9°,49, bei der Quelle B 6°,69 und 10°,71; bei jener beträgt also die Differenz 1°,87, bei dieser 4°,02. Die Zeiten, an denen die Extreme und Mittel eintreten, sind:

	Minimum	Mittel	Maximum	Mittel
Quelle A	21 März	25 Mai	30 Julius	19 December
Quelle B	20 Februar	10 Mai	27 Julius	7 November

Was uns also auch schon die Beobachtungen der in den Boden eingesenkten Thermometer gezeigt hatten, daß nämlich die Aenderungen desto langsamer erfolgen, je geringer der Umfang der Oscillationen ist, sehen wir auch hier bestätigt. Die mittlere

Wärme beider Quellen ist 8°,61, die der Luft 8°,43, wir könne[n] beide als vollkommen identisch annehmen, wie dieses auch scho[n] Roebuck vermuthet hatte; da dieser durch die Temperatur d[er] Quellen zu Edinburgh 8°,33 giebt, so stimmt das Mittel beid[er] noch mehr mit der Wärme der Luft überein.

Etwas anders sind die Verhältnisse im Innern des Festla[n]des. Bei Upsala beobachtete Wahlenberg die Temperat[ur] einiger Quellen mehrere Jahre hindurch, so daß nur die Besti[m]mungen einiger Monate fehlen, die ich durch Interpolation e[r]gänzt habe. Die Professorquelle bei Haga und der Källsprong si[nd] diejenigen, welche die größten Oscillationen zeigen und bei dene[n] die meisten Beobachtungen angestellt sind. Diese geben folgend[e] Größen. (Die durch Interpolation gefundenen sind mit * be[]zeichnet.)

	Källsprong			Professorquelle		
Monat	Beob.	Berechn.	Unterschied	Beob.	Ber.	Unterschied
Januar	2°,53	2°,63	+0°,10	4°,96	4°,91	—0°,05
Februar	1,95	2,07	+0,12	4,37	4,42	+0,05
März	1,34	1,18	—0,16	3,99	4,04	+0,05
April	1,04	0,93	—0,21	3,61	3,74	+0,13
Mai	2,02	2,64	+0,62	3,76	3,87	+0,11
Junius	7,10	6,38	—0,73	4,91	4,74	—0,17
Julius	*10,36	10,44	+0,08	*6,21	6,24	+0,03
August	12,55	12,45	—0,10	*7,66	7,72	+0,06
September	11,44	11,35	—0,09	8,55	8,42	—0,13
October	7,99	8,17	+0,18	8,19	8,03	—0,16
November	5,10	5,00	+0,10	6,92	6,91	—0,01
December	3,36	3,24	—0,12	5,72	5,73	+0,01
Jahr	5,57			5,69		

Die Temperatur des Källsprong wird ausgedrückt durch die Gleichung

$$T_n = 5^\circ,573 + 5^\circ,325 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 212^\circ\, 9'\right\} + 1^\circ,727 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 5^\circ\, 5'\right\}$$

die der Professorquelle durch

$$T_n = 5^\circ,687 + 2^\circ,243 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 182^\circ\, 16'\right\} + 0^\circ,509 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 311^\circ\, 47'\right\}$$

Die Extreme sind beim Källsprong 0°,85 und 12°,48, bei er Professorquelle 3°,72 und 8°,44; der Unterschied beträgt bei ner 11°63, bei dieser 4°,72. Die Zeit der Extreme und Mit- l ist

	Minimum	Mittel	Maximum	Mittel
ällsprong	6 April	9 Junius	19 August	9 Nov.
rofessorquelle	24 April	25 Junius	19 Septbr.	15 Dec.

Also auch hier finden diese gedachten vier Momente desto üher Statt, je größer die Oscillationen der Temperatur sind. egreiflich wird es indessen von selbst, daß wir hiedurch den Gang er Wärme in keiner Tiefe kennen lernen. Indem z. B. in der lten Jahreszeit die Gewässer in die Tiefe dringen, wird ihre emperatur immer mehr erhöht; treten sie dann aber wieder zu age, so geben sie einen Theil dieser Wärme an das Gestein ab, d es ist daher ihre Wärme gleich dem Mittel ihrer eigenen mperatur und der des umgebenden Bodens.

Es fehlt leider bisher noch sehr an umfassenden regelmäßigen eobachtungen über den Gang der Quellentemperatur in verschie- nen Gegenden; jedoch zeigt eine Vergleichung der beiden vorher trachteten schottischen Quellen mit denen bei Upsala einige Diffe- nzen. Aus der Untersuchung von Fourier folgt, daß die mperatur der Quellen eben so lange steige, als sie sinkt; dieses eint jedoch nicht der Fall zu seyn. Bei Edinburgh steigt die ärme der Quelle A 130 Tage, sie sinkt 235 Tage; die der elle B steigt 157 Tage, sie sinkt 208 Tage, in beiden ist die it des Sinkens größer als die des Steigens, im Mittel erhalten : für beide 144 und 221 Tage; die Zeit des Steigens verhält also zu der Zeit des Sinkens wie 1 : 1,53. Eben so geben die beiden schwedischen Quellen im Mittel für die Zeit der rmezunahme 142, für die der Abnahme 223 Tage, also Verhältniß 1 : 1,57, die Temperatur der Quellen steigt also eiden Erdtheilen weit schneller, als sie in der Folge abnimmt, von der Grund darin zu liegen scheint, daß im Sommer das ser weit leichter in die feste Erdrinde dringt, als im Winter, daß das im Winter herabsinkende Wasser nicht so viel zur Er- ung beitragen kann.

Betrachten wir Zeiten, während welcher die Temperatur über oder unter dem Mittel liegt, so finden wir bei Edinburgh bei der Quelle A 208 und 157, bei der Quelle B 181 und 184 Tage, im Durchschnitte ist die Temperatur 194 Tage über und 171 unter dem Mittel, so daß beide Zeiten entweder gleich sind, oder die Temperatur doch länger über als unter dem Mittel liegt. Dieses scheint in Schweden nicht der Fall zu seyn, denn nach einem Durchschnitte beider Quellen ist die Temperatur 163 Tage größer und 202 Tage kleiner als das Mittel, so daß sich die Wärme bei den höheren Temperaturen schneller ändert als bei den niedrigeren.

Es hängen diese beiden Thatsachen innig zusammen mit einem andern Umstande, auf welchem zuerst Humboldt und Wahlenberg aufmerksam machten. Indem ersterer die Temperatur der Quellen in Süd-America beobachtete, zeigte sich, daß diese meistens geringer war, als die der Luft; letzterer fand dagegen, daß in Schweden und Lappland die Wärme derjenigen Quellen, welche sich im ganzen Jahre fast gar nicht änderten, bedeutend größer war, als die der Luft. Längere Zeit fortgesetzte Beobachtungen bei Upsala hatten ihm gezeigt, daß die Wärme der Quellen desto größer werden, je constanter sie werden [93]); zwei Quellen, die im Grunde von Seen hervorsprudelten, gaben die constante Temperatur von 6°,5, und diese sieht er als mittlere Bodenwärme von Upsala an [94]). Diese Wärme übertrifft die der Luft um mehr als 1°, und alle übrigen in Schweden angestellten Beobachtungen zeigten, daß der Boden wärmer sey, als die Luft. Eben dieser Beobachter fand, daß die Temperatur der Quellen auf den höheren Punkten der Schweizer Alpen größer sey, als die der Luft [95]. Humboldt stellt deshalb den Satz auf, daß zwischen den Breiten von 40° und 45° und bis zu Höhen von 3000′ (1000m) die Wärme der Luft und die der Quellen nahe übereinstimmten, daß aber in höheren Breiten und auf den hohen Gipfeln der Alpen die Quellen bei weitem wärmer seyen [96]).

93) Gilbert's Annalen XLI, 130.

94) Ibid. p. 134.

95) Wahlenberg de Veget. et Clim. in Helvet. sept. p. LXXVI u. LXXXIV.

96) Mém. d'Arcueil III, 599.

Aber dieses Verhältniß zwischen Boden- und Luftwärme ist ein von der Breite völlig unabhängiges Phänomen. Während in Süd-America in der Nähe des Aequators die Bodenwärme geringer ist, als die der Luft, fand die Commission des Arts im Josephsbrunnen, welcher in der Citadelle von Cairo 200 Fuß tief gegraben ist, die constante Temperatur von 22°,5, wenig von der Wärme der Luft (22°,2) abweichend. Eine treffliche Quelle bei Cesareo unfern Palestrina bei Rom hatte nach Buch am 29. August eine Temperatur von 11°,88 [97]), während die Wärme der Luft 15°,5 beträgt. In Deutschland und noch mehr in Schweden ist die Wärme der Quellen größer als die der Luft; daß aber nicht die Breite hieran Schuld sey, geht daraus hervor, daß in England beide Größen nahe übereinstimmen, während in Norwegen die Wärme der Quellen geringer ist, als die der Luft, denn nach den Messungen von Bohr beträgt die Lufttemperatur in Bergen 8°,18, die der Quellen nur 6°,70 [98]).

Wahlenberg, welcher hauptsächlich die höhere Temperatur der Quellen in Schweden vor Augen hatte, sucht den Grund in der beschützenden Schneedecke, durch welche vermöge ihrer geringen wärmeleitenden Kraft die Winterkälte abgehalten werde in den Boden zu dringen. Aber Buch leitet mit Recht diese Erscheinung aus der Temperatur des Regenwassers ab [99]). Wirkte hiebei blos die Sonnenwärme, so ist gewiß, daß wir allenthalben eine Bodenwärme antreffen würden, welche gleich der mittlern der Luft ist; aber auf der andern Seite bedarf es keines Beweises, daß das Wasser der Quellen eine Temperatur hat, welche gleich der mittlern Temperatur des in den Boden dringenden Regenwassers ist. Wäre die in den einzelnen Jahreszeiten herabfallende Regenmenge gleich, so würde der letztere Umstand hierauf nur einen geringen Einfluß haben. Wo aber die im Sommer herabfallende Regenmenge größer ist, als im Winter, oder umgekehrt, muß die Temperatur des Regenwassers größer oder kleiner seyn, als bei gleichförmiger Vertheilung Statt finden würde. So ist die Temperatur der Quellen eine Function von der Temperatur

97) Poggendorff's Annalen XII, 408.

98) Magaz. for Naturvid. 1826. Heft II. S. 337.

99) Poggendorff's Annalen XII, 405.

der Luft und der des Regenwassers; zu einer genauen Bestimmung der Quellenwärme würde außer diesen Größen noch eine Kenntniß von der Wärme-Capacität des Bodens erforderlich seyn. Sind diese Thatsachen bisher auch noch unbekannt, so ist doch so viel gewiß, daß die Quellen in Gegenden, wo Sommerregen vorherrschen, wärmer sind, als die Luft; wo Winterregen vorherrschen, sind sie kälter. Daher stimmen beide nahe in England überein, daher ist ihre Temperatur in Norwegen und Italien geringer, in Schweden und Deutschland größer, daher die größere Bodenwärme auf den hohen Alpen, ganz demjenigen gemäß, was früher über die Vertheilung des Regens gesagt wurde. Daher ist es wahrscheinlich, daß in Spanien und Portugal, so wie in der Gruppe des Rhonethales, die Quellen kälter seyn werden, als die Luft, wie dieses Buch's Messungen auf den canarischen Inseln aufs entschiedendste beweisen. Im hohen Norden, wo mehrere Monate hindurch Schnee fällt, wird, wie ich glaube, die Wärme der Quellen allerdings durch den Schnee erhöht, aber auf eine andere Art, als Wahlenberg glaubt. Das Wasser, welches in fester Gestalt zum Boden gelangt, kann in diesen nicht eindringen und also die Temperatur nicht deprimiren; folgt im Frühlinge schnell Thauwetter, so fließt der größte Theil davon auf der Oberfläche fort, und hat daher fast gar keinen Einfluß auf die Modification der Wärme.

Aus eben diesem Umstande leitet Buch auch die geringere Temperatur des Bodens zwischen den Wendekreisen her. Wenn dort die nasse Jahreszeit beginnt, so wird die Luft auffallend kälter; das aus großer Höhe herabfallende Wasser hat eine sehr geringe Wärme, so daß namentlich im Anfange der nassen Jahreszeit die Temperatur der Luft in kurzer Zeit an 8 bis 10° F. sinkt[1]. Daher wird hier die Temperatur der Quellen geringer seyn, als die der Luft, wie namentlich aus den Messungen Humboldt's in den Gebirgen von Cumana und Caracas hervorgeht[2]); weniger bedeutend scheint dieser Unterschied am Niveau des Meeres zu seyn. Eben diese geringere Temperatur bestätigen die Erfahrungen von Ferrer, welcher die Wärme eines 100' tiefen Brunnens

1) Winterbottom Sierra-Leoneküste S. 54.

2) Gilbert's Ann. XXIV, 46.

bei der Havanna 23°,5 fand, während die der Luft 25°,5 ist. Im Innern von Congo fand Smith in einer Höhe von 1360' als Temperatur der Quellen 22°,8, während die Wärme der Luft 25°,6 verlangt haben würde. Wo es dagegen zwischen den Wendekreisen das ganze Jahr regnet, da stimmen auch Wärme von Luft und Boden nahe überein. So fand Smith auf den capverdischen Inseln bei St. Yago einen 18 Fuß tiefen Brunnen, aus welchem alle Bewohner ihr Trinkwasser holen, von 24°,44 und eine schöne 1000 Fuß höher liegende Quelle 25°, was wahrscheinlich nahe mit der Wärme der Luft stimmen wird. Eben so fand Buchanan in Nepaul in 28° N und 4140' Höhe die Temperatur der Quellen 17°,79, die der Luft 17°,91, also keine Differenz; beides aber sind Gegenden, wo im Laufe des ganzen Jahres Niederschläge Statt finden.

Kupffer hat gegen diese einfache Hypothese Buch's mehrere Einwendungen gemacht, welche zum Theil mit der hier fremdartigen Frage über die Entstehung der Quellen zusammenhängen [3]). Indem er den Umstand vor Augen behält, daß die Temperatur der Quellen in dem Meridiane von Cairo und Upsala die der Luft übersteige, glaubt er den Grund für diese höhere Wärme im Innern der Erde suchen zu müssen. Wenn man bedenkt, daß unter diesem Meridiane zwei thätige Vulcane (Vesuv und Aetna) liegen, daß Deutschland mit Basalt und andern vulcanischen Producten überhäuft ist, daß eine Menge mehr oder minder warmer Quellen von der hohen Temperatur im Innern zeugen; daß endlich in den Tyroler Gebirgen überall Porphyr und Augitfels hervordringt, denen diese ungeheuren Massen ihre Erhebung verdanken, so ist es wohl natürlich anzunehmen, daß eben dieses Vorhandenseyn von geschmolzenen vulcanischen Materien, die sich vielleicht in geringer Tiefe unter der Oberfläche des ganzen Landstriches befinden, die größere Wärme des Bodens bedingen [4]).

Daß vulcanische Kräfte im Stande sind, die Temperatur der Quellen zu erhöhen, zeigen uns alle heiße Mineralquellen, die besonders in der Nähe von Vulcanen angetroffen werden; welch

3) Poggendorff's Annalen XV, 184. Ueber die Frage, ob das Wasser in die Tiefe dringen könne, vergleiche v. Trebra über das Innere der Gebirge S. 33.

4) Ebend. S. 187.

einen Einfluß selbst die von jenen Wassern fortgestoßene Kohlensäure auf die übrigen Quellen habe, davon liefert die Salzquelle bei Nauheim einen auffallenden Beweis. Sie liegt tief, kommt aus Grauwacke und ist vom Flözgebirge weit entfernt. Ihre Temperatur erhielt sich beständig zwischen 22°,5 und 25°; sie perlte und schäumte beim Hervorbrechen und war stets mit einer Schicht von kohlensaurem Gase bedeckt. Um die Soole zu verstärken, wurden Bohrversuche angestellt. Vom September bis December 1822 hatte man ein Bohrloch von 60 Fuß gestoßen, und der Gehalt hatte sich von 2½ bis 3 Procent vermehrt. Ihre Wärme betrug jetzt 27°,5. Im Februar 1823 wurde die Arbeit bis 80 Fuß Tiefe fortgesetzt, es erschien eine große Menge von Wasser, wenigstens 36000 Kubikfuß im Tage, dabei hatte die Menge der Kohlensäure bedeutend zugenommen und die Temperatur der Quelle war bis zu 31°,25 gestiegen. Leop. v. Buch, welcher diese Thatsache erzählt [5]), machte auf den canarischen Inseln eine ähnliche Erfahrung. Auf Gran Canaria betrug die Temperatur dreier Quellen übereinstimmend 16°,75; eine nicht weit entfernte Sauerquelle zeigte 21°,5 *). Im Taunus habe ich dasselbe bemerkt. Am 13ten September 1829 fand ich zwischen Schwalbach und Schlangenbad unfern des Dorfes Wambach in einer mäßig starken Quelle eine Temperatur von 9°,4; unterhalb Schlangenbad zeigte eine andere 9°,8, so daß wir 9°,6 als nahe richtig annehmen können. Die Temperatur des etwas Kohlensäure enthaltenden Faulbrunnens unfern der Kaserne in Wiesbaden betrug am 11ten September und 5ten October übereinstimmend 12°,2.

Ist demnach nicht zu läugnen, daß die Nähe des vulcanischen Heerdes die Wärme der Quellen erhöhen könne, so scheint es doch wenig wahrscheinlich, daß Kupffer's Ansicht die richtige sey. Gerade auf dem vulcanischen Teneriffa ist die Wärme des Bodens geringer als die der Luft, und auch in dem Meridian, welchen Kupffer betrachtet, ist die Temperatur des Bodens in der Nähe der Vulcane am kleinsten. Es ist schon diese Differenz in Rom erwähnt, noch näher am Aetna zeigen die Quellen im

---

5) Poggendorff's Ann. XII, 417.

*) Ebend. S. 414.

Palermo übereinstimmend eine Temperatur von 16°,25, während die der Luft 16°,77 beträgt.

Die Wärme der Quellen nimmt eben so wie die der Luft mit der Entfernung von der Erdoberfläche ab, bis jetzt aber ist das allgemeine Gesetz, nach welchem diese Abnahme erfolgt, noch nicht bekannt. In Gebirgen, wo wir diese Messungen allein vornehmen können, sind sehr viele Anomalieen möglich. Das Wasser, dringt durch Spalten entweder sehr schnell von oben nach unten oder wird durch hydrostatischen Druck in entgegengesetzter Richtung gehoben; ist die Bewegung so schnell, daß das Wasser nicht die Temperatur des Gesteines annehmen kann, so wird die gefundene Größe mehr oder weniger von der wahren abweichen. Um die Höhe zu bestimmen, für welche sich die Temperatur der Quellen um 1° ändert, will ich die Messungen anwenden, welche Wahlenberg in den nördlichen Alpen anstellte [6]). Darnach erhalten wir folgende Größen:

Quelle	Höhe Toisen	Beobachtet	Hypothese A		Hypothese B	
			Ber.	Untersch.	Ber.	Untersch.
Zweite Samling	242[t]	9°,40	8°,59	−0°,81	8°,47	−0°,9
Albisrieden	287	8,00	8,29	+0,29	8,15	+0,15
Peterzell	401	7,70	7,53	−0,17	7,44	−0,26
Ebenalp	452	6,30	7,19	+0,89	7,11	+0,81
Engelberg	507	6,50	6,83	+0,33	6,75	+0,25
Guttannen	542	6,20	6,59	+0,39	6,53	+0,33
Hochalp	642	5,90	5,93	+0,03	5,88	−0,02
Sewelibrunn	682	6,00	5,66	−0,34	5,62	−0,38
Martisbrunn	709	5,00	5,48	+0,48	5,45	+0,45
Kaltebad, Rigi	734	6,30	5,31	−0,99	5,29	−1,01
Kaltebad, Schwanderallmend	744	5,60	5,25	−0,35	5,23	−0,37
Trachmunt	766	5,30	5,10	−0,20	5,09	−0,21
Kamor	778	5,00	5,02	+0,02	5,01	+0,01
Schwarzberg	779	5,50	5,01	−0,49	5,00	−0,50
Lactis Lunae, Pilatus	877	4,10	4,36	+0,26	4,37	+0,27
Staffelsberg	891	3,80	4,27	+0,47	4,28	+0,48
Brunni	959	3,70	3,82	+0,12	3,85	+0,15
Blancke Alp	996	2,90	3,57	+0,67	3,61	+0,71
Roßboden	1096	3,50	2,90	−0,60	2,97	−0,53

6) Wahlenberg de veget. et clim. in Helvet. septentr. p. LXXVII. §. 87.

einen Einfluß selbst die von jenen Wassern fortgestoßene Kohlensäure auf die übrigen Quellen habe, davon liefert die Salzquelle bei Nauheim einen auffallenden Beweis. Sie liegt tief, kommt aus Grauwacke und ist vom Flözgebirge weit entfernt. Ihre Temperatur erhielt sich beständig zwischen 22°,5 und 25°; sie perlte und schäumte beim Hervorbrechen und war stets mit einer Schicht von kohlensaurem Gase bedeckt. Um die Soole zu verstärken, wurden Bohrversuche angestellt. Vom September bis December 1822 hatte man ein Bohrloch von 60 Fuß gestoßen, und der Gehalt hatte sich von 2½ bis 3 Procent vermehrt. Ihre Wärme betrug jetzt 27°,5. Im Februar 1823 wurde die Arbeit bis 80 Fuß Tiefe fortgesetzt, es erschien eine große Menge von Wasser, wenigstens 36000 Kubikfuß im Tage, dabei hatte die Menge der Kohlensäure bedeutend zugenommen und die Temperatur der Quelle war bis zu 31°,25 gestiegen. Leop. v. Buch, welcher diese Thatsache erzählt [5]), machte auf den canarischen Inseln eine ähnliche Erfahrung. Auf Gran Canaria betrug die Temperatur dreier Quellen übereinstimmend 16°,75; eine nicht weit entfernte Sauerquelle zeigte 21°,5 *). Im Taunus habe ich dasselbe bemerkt. Am 13ten September 1829 fand ich zwischen Schwalbach und Schlangenbad unfern des Dorfes Wambach in einer mäßig starken Quelle eine Temperatur von 9°,4; unterhalb Schlangenbad zeigte eine andere 9°,8, so daß wir 9°,6 als nahe richtig annehmen können. Die Temperatur des etwas Kohlensäure enthaltenden Faulbrunnens unfern der Kaserne in Wiesbaden betrug am 11ten September und 5ten October übereinstimmend 12°,2.

Ist demnach nicht zu läugnen, daß die Nähe des vulcanischen Heerdes die Wärme der Quellen erhöhen könne, so scheint es doch wenig wahrscheinlich, daß Kupffer's Ansicht die richtige sey. Gerade auf dem vulcanischen Teneriffa ist die Wärme des Bodens geringer als die der Luft, und auch in dem Meridian, welchen Kupffer betrachtet, ist die Temperatur des Bodens in der Nähe der Vulcane am kleinsten. Es ist schon diese Differenz in Rom erwähnt, noch näher am Aetna zeigen die Quellen in

5) Poggendorff's Ann. XII, 417.

*) Ebend. S. 414.

Palermo übereinstimmend eine Temperatur von 16°,25, während die der Luft 16°,77 beträgt.

Die Wärme der Quellen nimmt eben so wie die der Luft mit der Entfernung von der Erdoberfläche ab, bis jetzt aber ist das allgemeine Gesetz, nach welchem diese Abnahme erfolgt, noch nicht bekannt. In Gebirgen, wo wir diese Messungen allein vornehmen können, sind sehr viele Anomalieen möglich. Das Wasser, dringt durch Spalten entweder sehr schnell von oben nach unten oder wird durch hydrostatischen Druck in entgegengesetzter Richtung gehoben; ist die Bewegung so schnell, daß das Wasser nicht die Temperatur des Gesteines annehmen kann, so wird die gefundene Größe mehr oder weniger von der wahren abweichen. Um die Höhe zu bestimmen, für welche sich die Temperatur der Quellen um 1° ändert, will ich die Messungen anwenden, welche Wahlenberg in den nördlichen Alpen anstellte [6]). Darnach erhalten wir folgende Größen:

Quelle	Höhe Toisen	Beobachtet	Hypothese A		Hypothese B	
			Ber.	Untersch.	Ber.	Untersch.
Zweite Gamling	242^t	9°,40	8°,59	—0°,81	8°,47	—0°,9
Albisrieden	287	8,00	8,29	+0,29	8,15	+0,15
Peterzell	401	7,70	7,53	—0,17	7,44	—0,26
Ebenalp	452	6,30	7,19	+0,89	7,11	+0,81
Engelberg	507	6,50	6,83	+0,33	6,75	+0,25
Guttannen	542	6,20	6,59	+0,39	6,53	+0,33
Hochalp	642	5,90	5,93	+0,03	5,88	—0,02
Sewelibrunn	682	6,00	5,66	—0,34	5,62	—0,38
Martisbrunn	709	5,00	5,48	+0,48	5,45	+0,45
Kaltebad, Rigi	734	6,30	5,31	—0,99	5,29	—1,01
Kaltebad, Schwanderallmend	744	5,60	5,25	—0,35	5,23	—0,37
Trachmunt	766	5,30	5,10	—0,20	5,09	—0,21
Ramor	778	5,00	5,02	+0,02	5,01	+0,01
Schwarzberg	779	5,50	5,01	—0,49	5,00	—0,50
Lactis Lunae, Pilatus	877	4,10	4,36	+0,26	4,37	+0,27
Staffelsberg	891	3,80	4,27	+0,47	4,28	+0,48
Brünni	959	3,70	3,82	+0,12	3,85	+0,15
Blancke Alp	996	2,90	3,57	+0,67	3,61	+0,71
Roßboden	1096	3,50	2,90	—0,60	2,97	—0,53

6) Wahlenberg de veget. et clim. in Helvet. septentr. p. LXXVII. §. 87.

Nehmen wir an, die Temperatur nehme gleichförmig mit der Höhe ab, so giebt die Methode der kleinsten Quadrante den Ausdruck

$$t_h = 10^\circ,203 - 0,0066615 \, . \, h \qquad (A)$$

Wird aber vorausgesetzt, daß die Temperatur in geometrischer Reihe abnehme, während die Höhe in arithmetischer wächst, so erhalten wir, die Temperatur in Graden des Luftthermometers ausgedrückt,

$$\log t_h = 0,016065 - 0,000010265 \, . \, h \qquad (B)$$

Die nach den beiden Hypothesen berechneten Größen sind in der obigen Tafel enthalten; die Abweichungen zwischen ihnen und den durch die Beobachtungen gegebenen Größen sind so beschaffen, daß sich nicht entscheiden läßt, welcher von ihnen der Vorzug zu geben ist. Für das Niveau des Meeres giebt uns der Ausdruck (A) die Größe 10°,20, der Ausdruck (B) die Größe 10°,05, beides kleiner als die oben für die Luft gefundene Größe, obgleich freilich die Punkte, für welche die Abnahme der Lufttemperatur bestimmt wurde, etwas südlicher liegen. Nach dem Ausdrucke (A) muß man 150 Toisen in die Höhe steigen, wenn die Wärme des Bodens um 1° sinken soll.

Zur Uebersehung des Verhaltens zwischen Luft- und Bodenwärme will ich für die Alpen beide Größen unter der Voraussetzung berechnen, daß die Wärme nach einer geometrischen Reihe abnehme. Wenden wir die beiden gefundenen Ausdrücke an, so ergiebt sich:

Höhe	Luft	Boden	Luft wärmer als Boden
0ᵗ	12°,00	10°,05	1°,95
100	10,99	9,40	1,59
200	9,86	8,74	1,12
300	8,78	8,09	0,69
500	6,58	6,79	—0,21
700	4,41	5,51	—1,10
1000	1,18	3,59	—2,41
1200	— 0,95	2,31	—3,26
1500	— 4,13	0,41	—4,54
1800	— 7,26	— 2,09	—5,17
2000	— 9,11	— 3,33	—5,78

Während also die Luft am Ufer des Meeres nahe 2° wärmer ist, als der Boden, stimmen beide in einer Höhe von 450 Toisen überein; in einer Höhe von 2000 Toisen aber ist der Boden fast 6° wärmer als die Luft. Es scheint jedoch, als ob sich in der Abnahme der Bodenwärme in verschiedenen Gegenden noch weit bedeutendere Differenzen zeigten, als bei der Temperatur. Ich werde aber bei der Deduction der Messungen auf das Niveau des Meeres diese für die Schweizer Alpen gefundene Bestimmung anwenden.

Folgende Tafel enthält die in verschiedenen Gegenden der Erde gefundenen Temperaturen der Quellen:

Ort	Breite	Länge	Höhe	Temp.	Beobachter
Enontekis	68° 30′		267 t	1°,70	Wahlenberg [7])
Store Windeln	65. 45		177	1,80	Wahlenberg [7])
Lyksele	64. 30		100	2,00	Wahlenberg [7])
Wadsöe	70. 15			2,20	Hellant [9])
Gransele	65. 0			2,60	Wahlenberg [7])
Ochozk	59. 20			2,50	Erman [9a])
Bogoslowsk	60. 0		103	1,88	Kupffer [10])
Uneo	63. 50			2,90	Wahlenberg [7])
Blanke Alp			996	2,95	Wahlenberg [11])
Torneo	65. 51			3,00	Hellant [9])
Werchoturie	59. 0		103	2,37	Kupffer [10])
Räuberbrunnen, Carp.			996	3,40	Wahlenberg [12])
Roßboden			1096	3,50	Wahlenberg [11])
Unalaschka	53. 55		0	3,60	Chamisso [13])
Brunni, Alp.			959	3,70	Wahlenberg [11])
Stavnicza, Carp.			816	3,80	Wahlenberg [12])
Staffelberg			891	3,80	Wahlenberg [11])
Nischnei-Tagilsk	58. 0		103	2,88	Kupffer [10])
Medelpad	62. 30			4,00	Wahlenberg [7])
Sundsvall	62. 30			4,00	Wahlenberg [7])
Pilatus			877	4,10	Wahlenberg [11])
Obere Malka, Caucasus	43. 30		1283	4,12	Kupffer [14])

7) Wahlenberg Flora Lapp. p. LI.
8) Gilbert's Ann. XLI, 152.
9) Abh. d. Schwed. Acad. 1753.
9a) Poggendorff's Ann. XVII, 340.
10) Ibid. XV, 180.
11) Wahlenberg de Veget. et Clim. in Helv.
12) Ibid. Flora Carp. p. XCI.
13) Im Julius 1817 war die Temperatur der Quellen in den niedern Thälern zwischen 38° und 39° F. Kotzebue Reise III, 166.
14) Brewster Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 353.

Ort	Breite	Länge	Höhe	Temp.	Beobachter
Botzen, Carp.			566t	4°,55	Wahlenberg[17])
Hudbiksvall	61° 45′			4,80	Wahlenberg[7])
Drontheim	63. 30			5,00	Esmark[14a])
Abo				5,00	Leche[15])
Dreybrunnen, Carp.			556	5,00	Wahlenberg[17])
Martisbrunn am Mondberg			709	5,00	Wahlenberg[11])
Gefle				5,50	Wahlenberg[7])
Schwartzberg, Alp.			779	5,50	Wahlenberg[11])
Schwander=Allmend			744	5,60	Wahlenberg[11])
Bergen	60. 24			5,70	Bohr[16])
Dal=Elf-Mündung	60. 30			5,70	Wahlenberg[7])
Kisnekejewa	54. 30		154	4,38	Kupffer[10])
Hochalp			637	5,90	Wahlenberg[11])
Pilatus			682	6,00	Wahlenberg[11])
Molde	62. 42			6,00	Engeström[17])
Petersburg	59. 56			6,12	Kupffer[14])
Guttannen, Alp.			1042	6,20	Wahlenberg[11])
Kasan	55. 44	49. 30		6,25	Kupffer[10])
Ullensvang	60. 20		734	6,25	Hentiberg[18])
Rigi, Kaltebad			507	6,40	Wahlenberg[11])
Upsala	59. 51		100	6,50	Wahlenberg[7])
Engelberg				6,50	Wahlenberg[11])
Moscau	55. 45			6,50	Kupffer[14])
Westküste von Norwegen	60. 0			6,80	Engeström[17])
Lägstakrog	59. 0			6,90	Wahlenberg[7])
Nyköping	58. 45			7,00	Engeström[17])
Färöer				7,13	Forchhammer[1])
Lubochna=Thal, Carp.			279	7,25	Wahlenberg[17])
Sadonsk	52. 20			7,38	Kupffer[14])
Christianstad	58. 12			7,50	Engeström[17])
Stockholm	59. 20			7,50	Engeström[19a])
Fayetteville	42. 58			7,60	Field[20])
Söderköping	58. 25		286	7,70	Engeström[17])
Albisrieden				8,00	Wahlenberg[11])
Londonderry	55. 0			8,28	Hamilton[21])
Warberg	57. 6			8,30	Engeström[17])
Kendal	54. 17			8,45	Dalton[22])
Carlscrona	56. 6			8,50	Wahlenberg[7])

14a) Esmark Reise von Christiania nach Drontheim S. 51.
15) Abh. d. Schwed. Acad. 1763. XXV, 200.
16) Magazin for Naturv. 1826. Heft II. S. 337.
17) Physiographiske Sälskapets Årsberättelse. Lund 1823. S. 32.
18) Magazin for Naturvid. 1825. Heft II. S. 197.
19) Karsten's Archiv II, 197.
19a) So giebt Engeström, Berzelius giebt 7°,0, Chemie von Wöhler I, 404, im Mittel also 7°,25.
20) Silliman's Journ. of Sc. XV, 190.
21) Bibl. brit. VIII, 336.
22) Bei Humboldt Isothermes an verschied. Stellen.

Ort	Breite	Länge	Höhe	Temp.	Beobachter
Sölvesborg	56° 2′			8°,60	Engeström[17])
Armagh	54, 20			8,61	Hamilton [21])
Edinburgh	55, 30		35t	8,61	A. D. F. [22])
				8,70	Roebuck [23])
			Mittel	8,65	
Abbotshill, Fife	56. 10			8,72	Ferguson [24])
Bellycastle	55. 12			8,89	Hamilton [21])
Keswick	54. 33			9,23	Humboldt [22])
Ernisco	54. 48			9,23	Hamilton [21])
Zweite Samling, bei Zürich			242	9,40	Wahlenberg [11])
Lowville	43. 47	75. 25	120	9,44	Wahlenb. [24a])
Cambridge, N. A.	42. 23			9,44	Williams [25])
Berlin	52. 31			9,50	Erman [26])
Dublin	53. 21			9,67	Hamilton [21])
Strasburg	48. 35			9,80	Herrenschneider [27])
Halle	51. 29			10,00	Kämtz [28])
Potsdam	52. 20			10,10	Erman [26])
Genf	46, 12		202	10,40	Humboldt [22])
London	51, 31			10,00	Hunter [29])
				10,80	Engeström [17])
			Mittel	10,40	
Cork	51. 54			10,67	Hamilton [21])
Albany	42. 39	73. 47	20	10,56	[24a])
Moskowskaja Krepost	45. 3			10,62	Kupffer [14])
Stawropol	45. 3		300	10,81	Kupffer [14])
Steinbrücke an der Malka	43. 45		417	10,62	Kupffer [14])
Gosport	50. 48			11,39	Burney.[30])
Rom	41. 54			11,88	Buch [23])
Paris	48. 50			11,88	Kupffer [10])
Nicolaieff	46. 50			12,25	Kupffer [14])
Taganrog	47. 12			12,50	Elsingk [14])

22) Hertha, Januar 1829. XIII, 20.

23) Buch in Poggendorff's Ann. XII, 406. Roebuck aus Phil. Trans 1775. p. 459 bei Erman Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 377.

24) Ure Handwörterbuch der Chemie S. 363.

24a) Brewster Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 85.

25) Ephem. Soc. Met. Palat. 1785. p. 636. Temp. der Quellen; die der Brunnen ist 8°,33.

26) Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 382.

27) Zeitschrift für die gesammte Meteorologie. Bd. I. No. 7.

28) Quelle bei Seeben.

29) Phil. Trans. 1788. p. 61.

30) Monatlich im Phil. Mag.

Ort	Breite	Länge	Höhe	Temp.	Beobachter
Pavia	45° 11′			12°,59	[31])
Philadelphia	39. 56			12. 67	Warden [22])
				11,30	Kirwan [31a])
			Mittel	12,03.	
New-York	40. 40			12,67	Humboldt [22])
Cincinnati	39. 6			12,45	Humboldt [22])
Carmeaux	43. 0		150	13,00	Cordier [10])
Heiße Quellen am Caucasus	44. 2		217	13,25	Kupffer [14])
Palermo	38. 7			16,25	[32])
Paramatta	33.10S			16,39	Brisbane [33])
Capstadt	33.55S			17,22	Davy [34])
Charlestown	33. 0			17,50	Humboldt [22])
Teneriffa	28. 30			18,00	Buch [35])
Natchez	31. 28			18,30	Humboldt [22])
Madera	32. 38			18,73	Buch [35])
Cairo	30. 2			22,50	Humboldt [22])
Germa, Sahara	26. 30			22,60	Denham [36])
Congo	9. 0S		227	24,44	Smith [35])
Havannah	23. 9			23,50	Ferrer [35])
Darwar	11. 28	75.11 O	600	24,24	Christie [37])
St. Yago (Capverd. Insel)	15. 0			24,44	Smith [37])
Kingston, Jamaica	18. 0			26,67	Hunter [38])
Cumana	10. 27			25,63	Humboldt [38])
Maypures	5. 14			27,65	Humboldt [38])

Verbinden wir auf einer Charte diejenigen Punkte, an denen die mittlere Wärme des Bodens gleich ist, so erhalten wir dadurch Linien, welche keinesweges den Breitenkreisen parallel sind. Kupffer hat zuerst eine Charte bekannt gemacht, auf welcher diese Linien, die er Isogeothermen nennt*), verzeichnet sind. Er stellt die ihm bekannten Messungen nach vier Meridianen zusammen, nämlich dem Meridiane von 0°, dem von 20° östlich, von 60° östlich

31) Brugnatelli Giornale Dec. Sec. T. X. Beil.

31a) Ueber Temp. S. 208.

32) Morgenblatt 1822. No. 163.

33) Edinb. phil. Journ. X, 219.

34) Brewster Journ. of Sc. II, 252.

35) Poggendorff's Annalen XII, 409.

36) Denham Narrative p. XLVIII.

37) Edinb. New phil. Journ. Julius 1828. S. 292.

38) Humboldt Voyage VII, 422 u. VIII, 259.

*) Poggendorff's Annalen XV, 184.

nd 80° westlich. Aus diesen leitet er Ausdrücke her, welche iese Beobachtungen darstellen, indem er die Formel

$$t_\varphi = a - b \sin^2 \Phi$$

um Grunde legt. Werden die Constanten aus den Beobachtungen en hergeleitet, so geben Edinburgh und Paris für den Meridian on 0° (aufs hundertthellige Thermometer reducirt)

$$t_\varphi = 26°,63 - 26°,12 \sin^2 \Phi.$$

In dem zweiten Meridiane geben Cairo und Upsala

$$t_\varphi = 30°,50 - 32°,00 \sin^2 \Phi.$$

In dem dritten Meridiane geben Kisnekejewa und Bogoslowsk

$$t_\varphi = 28°,63 - 34°,38 \sin^2 \Phi.$$

In dem vierten Meridiane geben die Beobachtungen auf Jamaica nd in Philadelphia

$$t_\varphi = 30°,00 - 42°,13 \sin^2 \Phi.$$

eiten wir aus diesen Gleichungen die Temperaturen des Poles und des Aequators her, so erhalten wir folgende Größen:

erster Meridian:	Aequator	26°,63,	Pol	+ 0°,51
zweiter Meridian:	....	30,50,	....	— 1,50
dritter Meridian:	....	28,63,	....	— 4,25
vierter Meridian:	....	30,00,	....	— 12,13

Also auch hier sehen wir, daß die Temperatur des Aequators im Innern der Continente etwas größer ist, als an den Küsten der roßen Meere, was wir auch oben bereits für die Luft gefunden aben. Der wärmste Punkt des Aequators befindet sich im Innern von Africa; im Norden dieses Punktes, wenigstens in Breiten, die nicht über 50° gehen, haben die Isogeothermen eine arke Biegung nach Norden. Derjenige Punkt, der in den von roßen Continenten eingeschlossenen Ocean in 60° östlicher Länge illt, hat schon eine fast 2° niedrigere Temperatur. Diejenigen unkte endlich, die den an der Westküste von Africa (Teneriffa) nd der Ostküste von America (Cumana) angestellten Beobachtungen zunächst liegen, besitzen fast dieselbe niedrigere Temperatur, daß man vermuthen kann, der kälteste Punkt des Aequators, wischen 80° westlicher und 60° östlicher Länge, liege im großen

An der Westküste des alten Continentes besitzen wir folgende Messungen:

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
St. Jago	15°, 0′ N	24°,44	23°,79	−0°,65
Teneriffa	28. 30	18,00	19,83	+1,83
Madera	32. 38	18,73	18,28	−0,46
Carmeaux	43. 0	14,00	13,98	−0,02
Paris	48. 50	11,88	11,47	−0,41
Gosport	50. 48	11,39	10,64	−0,75
London	51. 31	10,40	10,34	−0,06
Cork	51. 54	10,67	10,18	−0,49
Dublin	53. 21	9,67	9,58	−0,09
Kendal	54. 17	8,45	9,20	+0,75
Armagh	54. 20	8,61	9,18	+0,57
Keswick	54. 33	9,23	9,09	+0,14
Ernisco	54. 48	9,23	8,99	−0,24
Londonderry	55. 0	8,28	8,90	+0,62
Bellycastle	55. 12	8,89	8,82	−0,07

Diese Beobachtungen geben den Ausdruck

$$t_\varphi = 0°,795 + 24°,649 \cos^2\varphi.$$

Der Unterschied zwischen dem beobachteten und berechneten Werthe ist besonders auf Teneriffa sehr groß; es scheint jedoch, als ob die angegebene Temperatur an der Oberfläche des Meeres etwas zu klein sey. v. Buch hat auf dieser Insel mehrere Quellen bis zu einer Höhe von 1070 Toisen beobachtet; leiten wir daraus die Abnahme her, so finden wir unter Voraussetzung der Temperaturänderung in arithmetischer Reihe

$$t_h = 18°,660 - 0,0114554\,h.$$

Wird

---

740 Fuß für 1° R, nahe 100 Toisen für 1° C (Edinb. Journ. of Sc. N. S. 354). Bei Berechnung der Messungen Buch's auf den canarischen Inseln, Forchhammer's auf den Faröern, Ledebour's auf dem Altai und Horner's in den Alpen, habe ich größere Anomalieen gefunden, als sie selbst die Wärme der Luft in verschiedenen Höhen zeigte.

Wird angenommen, daß sich die Wärme für gleiche Höhen-
ifferenzen in geometrischer Reihe ändere, so erhalten wir für
is Luftthermometer

$$\log . t_h = 0{,}029475 - 0{,}00001788\, h.$$

lach dem ersten Ausdrucke würde die Temperatur am Niveau des
Meeres 18°,66, nach dem zweiten 18°,72 seyn, beides also $\frac{3}{4}$°
größer als die directen Beobachtungen geben; vergleichen wir
ie Messungen auf Madera und Teneriffa, so machen es diese
benfalls wahrscheinlich, daß die oben für Teneriffa gegebene
röße etwas zu klein sey.

Um die Temperatur des Bodens in höheren Breiten zu be-
immen, will ich die Messungen von der Parallele von 54° neh-
ien; dann erhalten wir:

Ort	Breite	Beobacht.	Berechnet	Unterschied
Kendal	54° 17′	8°,45	9°,11	+ 0°,66
Armagh	54. 20	8,61	9,08	+ 0,47
Keswick	54. 33	9,23	8,98	— 0,25
Enisco	54. 48	9,23	8,86	— 0,37
Londonderry	55. 0	8,28	8,76	+ 0,48
Bellycastle	55. 12	8,89	8,67	— 0,22
Edinburgh	55. 58	8,65	8,31	— 0,34
Abbotshill	56. 10	8,72	8,22	— 0,50
Norwegen, Küste	60. 0	6,80	6,48	— 0,32
Ullensvang	60. 20	6,25	6,33	+ 0,08
Bergen	60. 24	5,70	6,30	+ 0,60
Molde	62. 42	6,00	5,33	— 0,67
Drontheim	63. 30	5,00	5,01	+ 0,01
Wadsöe	70. 15	2,20	2,55	+ 0,35

Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate geben diese
bachtungen die Formel

$$t_\varphi = -0°{,}754 + 28°{,}933 \cos{}^2\varphi.$$

erhalten an der Westküste des alten Continentes für die Tem-
tur des

Aequators 25°,44

Nordpoles 0,75

Diese Beobachtungen lassen sich ausdrücken durch die Gleichung

$$t_\varphi = 1°{,}644 + 20°{,}891 \cos^2\varphi.$$

Sind auch die Fehler so beschaffen, daß sie dem Zeichenwechsel zu-folge zum Theil darin ihren Grund haben, daß die vorhandenen Messungen noch nicht von allen Anomalieen befreit sind, so dürfen wir den Ausdruck doch nicht auf Orte anwenden, welche mehrere Grade nördlich von Upsala liegen, weil wir sonst zu hohe Temperaturen erhalten würden: so giebt die Formel für Tornea die Wärme von 5°,14, während die Erfahrung nur 3°,0 zeigt. Die Isogeotherme von 10° geht durch die Mitte von Deutschland in 50° 46′ hindurch.

Um das Gesetz der Temperaturabnahme in höheren Breiten zu bestimmen, will ich die Messungen im nördlichen Deutschland mit denen in Schweden und Lappland zusammenstellen.

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Potsdam	52° 16′	10°,10	10°,33	+ 0°,23
Berlin	52. 31	9,50	10,19	+ 0,68
Königsberg	54. 42	8,17	9,00	+ 0,83
Sölvesborg	56. 2	8,60	8,31	— 0,29
Carlscrona	56. 6	8,50	8,28	— 0,22
Warberg	57. 6	8,30	7,73	— 0,57
Warnabykälla	57. 30	8,20	7,52	— 0,68
Christianstad	58. 12	7,50	7,16	— 0,34
Söderköping	58. 25	7,70	7,00	— 0,70
Nyköping	58. 45	7,00	6,88	— 0,12
Lägstakrog	59. 0	6,90	6,76	— 0,14
Stockholm	59. 20	7,25	6,59	— 0,66
Upsala	59. 51	6,50	6,33	— 0,17
Gefle	60. 30	5,70	6,01	+ 0,31
Haddiksvall	61. 45	4,80	5,41	+ 0,61
Medelpad	62. 30	4,00	5,06	+ 1,06
Tornea	65. 51	3,00	3,56	+ 0,56
Wadsöe	70. 15	2,20	1,82	— 0,38

Diese Messungen geben den Ausdruck

$$t_\varphi = -1°{,}907 + 32°{,}665 \cos^2\varphi.$$

Die nach dieser Formel gefundenen Größen weichen zum Theil
:deutend von den beobachteten ab, es scheint jedoch, als ob die
emperatur vieler Quellen durch die wenigen Messungen Wah-
nberg's noch nicht hinreichend genau aufgefunden sey. Leiten
ir aus diesem Ausdrucke die Punkte her, wo die einzelnen Iso-
:othermen den Meridian von Schweden scheiden, so erhalten wir

Isogeotherme von 10° in 52° 54'; vorher fanden wir
50. 46

Mittel 51 50
5° . . . 62° 37'
0° . . . 76. 11

ie Temperatur des Poles wird darnach — 1°,91.

Vergleichen wir diejenigen Punkte, in denen die Isogeo-
ermen von 10° und 5° durch Schweden gehen, mit denen, welche
ı der Westküste Europa's beobachtet worden sind, so sind die
ıterschiede der Breiten unbedeutend und so, daß wir sie ganz
:ersehen können; um dieselbe Größe, um welche die Winter-
gen die Temperatur der Quellen unter die mittlere der Luft in
orwegen deprimiren, wird sie durch die Sommerregen in Schwe-
n über diese gehoben.

In dem Meridiane von etwa 30° östlicher Länge stellt
upffer [43]) die drei Messungen zu Cairo, Nicolaieff und St.
:tersburg zusammen; darnach wird

$$t_\varphi = -2°,70 + 32°,95 \cos^2\Phi$$

d hiernach finden wir

Isogeotherme von 20° in 34° 20' N
15 . . . 43. 16
10 . . . 52. 0
5 . . . 61. 31
0 . . . 74. 2

dem Meridiane von etwa 40° O finden wir folgende Größen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
rücke an der Malka	43° 45'	13°,40	14°,04	+0,64
eiße Quellen am Caucasus	44. 2	14,70	13,88	—0,82
tawropol	45. 3	12,81	13,30	+0,49
aganrog	47. 12	12,50	12,08	—0,42
loscau	55. 45	7,25	7,36	+0,11

3) Edinb. Journ. of Sc. N. S. IV, 355.

Diese Messungen geben die Gleichung

$$t_{\varphi} = - 2^{\circ},965 + 32^{\circ},593 \cos^2 \varphi$$

und wir finden

Isogeotherme von 15°	in	42° 4′ N
10	. . .	50. 54
5	. . .	60. 22
0	. . .	72. 27

In dem Meridiane von etwa 62° östlicher Länge finden wir

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Kisnekejewa	55° 30′	5°,38	5°,24	—0°,13
Nischney Tagilsk	58	3,63	3,65	+0,02
Werchoturie	59	3,12	3,20	+0,08
Bogoslowsk	60	2,63	2,76	+0,14

Die beobachteten Größen werden dargestellt durch die Gleichung

$$t_{\varphi} = - 4^{\circ},420 + 28^{\circ},692 \cos^2 \varphi$$

und wir finden darnach

Isogeotherme von 15°	in	34° 39′ N
10	. . .	44. 51
5	. . .	55. 3
0	. . .	66. 53

In etwa 75° östlicher Länge geben Ledebour's Messungen im Altai am Niveau des Meeres 8°,90 in 50° 30′ N und die Messungen in Darwar 26°,91 in 11° 28′ N, die in Khatmandu 22°,39 in 28° 0′ N, daraus erhalten wir die Gleichung

$$t_{\varphi} = - 4^{\circ},167 + 32^{\circ},964 \cos^2 \varphi$$

Temperatur des Aequators = 28°,19

Isogeotherme von 25°	in	18° 18′ N
20	. . .	30. 11
15	. . .	39. 39
10	. . .	48. 32
5	. . .	57. 47
0	. . .	68. 53

Während die Isogeothermen sich beim Uebergange von der Westküste Europa's nach dem Innern des Continentes regelmäßig na

[S]üden senkten, heben sie sich hier ein wenig, wahrscheinlich wohl [de]shalb, weil die Messungen nicht an einer hinreichenden Zahl von [P]unkten angestellt sind, um alle Anomalieen zu entfernen.

Die bisherigen Beobachtungen an der Ostküste America's [ge]ben folgende Größen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cumana	10° 27′	25°,63	26°,48	+ 0°,85
Kingston	18. 0	26,67	24,17	— 2,50
Havannah	23. 9	23,50	21,99	— 1,51
Charlestown	32. 47	17,50	16,87	— 0,63
Philadelphia	39. 56	12,03	12,48	+ 0,45
New-York	40. 40	12,67	12,02	— 0,65
Cambridge	42. 23	9,44	10,92	+ 1,48
Albany	42. 39	10,56	10,75	+ 0,19
Lowville	43. 47	10,24	10,02	— 0,22

[D]ie Beobachtungen zeigen hier eine bedeutende Anomalie, indem [d]ie Wärme der Quellen auf Jamaica, ungeachtet eines Breiten[u]nterschiedes von 8° um 1° höher ist, als in Cumana, und den[n]och sind am letztern Orte alle übrigen Verhältnisse so beschaffen, [d]aß wir hier eine sehr hohe Bodenwärme erwarten sollten. Dieser [U]mstand und die Autorität der Messung sind Ursache, daß ich bei [H]erleitung des Ausdruckes der Beobachtung zu Cumana ein grö[ße]res Gewicht gegeben habe, als den übrigen. Darnach er[h]alten wir

$$t_\varphi = -9°,226 + 36°,920 \cos^2\varphi.$$

[D]ie Wärme des Aequators wird darnach 27°,69 und wir finden

Isogeotherme von		
25°	in	15° 59′ N
20	. . .	27. 9
15	. . .	35. 54
10	. . .	43. 48
5	. . .	51. 37
0	. . .	60. 0

[Ä]hnlich eben so scheint auch die Temperatur der Quellen an der Westküste [Am]erica's zu seyn; denn berechnen wir nach diesem Ausdrucke die [Bo]denwärme auf Unalaschka in 53° 55′ N, so finden wir 3°,58,

gar nicht von der durch Beobachtungen gegebenen Größe 3°,6
abweichend.

Wie die Isogeothermen sich im Innern von Nord-Americ
bewegen, läßt sich aus Mangel hinreichender Messungen nicht b
stimmen. Dürften wir annehmen, daß das Gesetz der St
tigkeit beim Uebergange von Süd-America nach Nord-Ameri
nicht unterbrochen sey, so könnten folgende Aufzeichnungen z
Herleitung des Gesetzes dienen:

	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Maypures	5° 14′	27°,65	27°,76	+ 0°,11
Natchez	31. 28	18,30	17,97	— 0,33
Cincinnati	39. 6	13,10	13,32	+ 0,22

Die Gleichung, welche die Abhängigkeit der Bodenwärme von der
Breite angiebt, ist

$$t_\varphi = - 8^\circ,989 + 37^\circ,052 \cos^2 \varphi.$$

Hieraus folgt für den Aequator eine Temperatur von 28°,06,
und wir finden die

Isogeotherme von	25°	in	16° 43′ N
	20	...	27. 48
	15	...	36. 25
	10	...	44. 17
	5	...	52. 5
	0	...	60. 30

also nahe an denselben Punkten, an denen wir sie an der Ostküste
getroffen hatten.

Stellen wir die Lage der Isogeothermen in den verschiede-
nen von uns betrachteten Meridianen zusammen, so ergiebt sich
folgende Uebersichtstafel:

	Inneres America	Oestliches America	Westliches Europa	Länge von 17° O	Länge von 30° O	Länge von 40° O	Länge von 62° O	Länge von 70° O
25°	16° 43′	15° 39′	8° 9′	23° 19′	....	....	....	18° 18′
20	27. 48	27. 9	28. 6	32. 30	34° 20′	....	....	30. 11
15	36. 25	35. 54	40. 37	39. 48	43. 16	42° 2′	34° 39′	39. 59
10	44. 17	43. 48	52. 16	51. 50	52. 0	50. 54	44. 51	48. 52
6	52. 5	51. 37	63. 31	62. 37	61. 31	60. 22	55. 3	57. 47
0	60. 30	60. 0	80. 43	76. 11	74. 2	72. 27	66. 53	68. 53

Eben so wie die Linien gleicher Lufttemperatur heben sich die gleicher Bodenwärme von der Ostküste America's gegen die Westküste von Europa nach Norden und senken sich dann im Innern des alten Festlandes nach Süden, jedoch zeigen sich zwischen beiden bedeutende Abweichungen, wie dieses schon Kupffer bemerkt hat. Die wichtigsten Resultate, welche sich aus den obigen Untersuchungen ergeben, sind folgende:

1) Die Bodenwärme am Aequator ist nicht allenthalben gleich, sie scheint an der Westküste Africa's ihr Minimum von 25°½, im Innern Africa's ihr Maximum von 31° zu erreichen, ist in Hindostan bereits bis zu 28°,8 gesunken. In America entfernt sie sich wenig von der mittlern Wärme der Luft, scheint aber im Innern ein wenig größer zu seyn, als an der Ostküste.

2) Die Isogeotherme von 25° geht durch die Hondurasbai, senkt sich von hier mehrere Grade südlich von der gleichnamigen Isotherme fortlaufend gegen den Aequator, die Westküste Africa's in der Nähe von Freetown erreichend, worauf sie sich schnell gegen Norden hebt und Hindostan zwischen Bombay und Goa erreicht.

3) Die Isogeotherme von 20° geht durch den mexicanischen Meerbusen und Florida, läuft auf demselben Parallelkreise in der Nähe der canarischen Inseln, hebt sich schnell in Africa und scheint von hier nahe in derselben Breite nach Osten zu laufen, in ihrem höchsten convexen Scheitel bei Africa die Isotherme von 20° fast berührend.

4) Die Isogeotherme von 15° fällt in America und an der Westküste Europa's fast mit der Isotherme von 15° zusammen, senkt sich am mittelländischen Meere nach Süden, beide Linien durchschneiden sich am schwarzen Meere, und die Isogeotherme läuft nun etwas nördlich von der Isotherme nach Osten.

5) Die Isogeotherme von 10° liegt in America etwas nördlich von der Isotherme von 5°, kommt mit dieser in der Nähe von London zusammen und geht mit schwacher südlicher Senkung nach Osten, im Innern des alten Welttheils mehrere Grade nördlich von der Isogeotherme von 10° fortgehend.

bemerkt derselbe an der angeführten Stelle, daß alle Nachrichten, welche behaupten, daß der Boden in vielen Fuß Tiefe sich, selbst im Sommer noch, gefroren gefunden habe, in Gegenden, welche noch im Stande sind, strauchartige Gewächse zu ernähren, für ganz unzuverlässig angesehen werden müssen, und Gmelin's Nachrichten, daß man in Brunnen zu Jakutzk noch in 100 Fuß Tiefe den Boden gefroren fand, sollte nicht mehr in physischen Lehrbüchern, wie es doch oft geschehen ist, wiederholt werden. Was Kosaken ausgesagt haben, die, als Gmelin diese Nachricht aus Acten in Jakutzk zog, längst todt waren, und denen es sehr leicht zu beschwerlich seyn konnte, eine harte Brunnenarbeit fortzusetzen, sollte nicht gebraucht werden, eine so auffallende und so wenig glaubliche Thatsache zu bestätigen." Daß jedoch der Boden in mehreren Gegenden des nördlichen Sibiriens das ganze Jahr hindurch gefroren sey, geht aus den Erfahrungen von andern Reisenden hervor, namentlich bemerken dieses Pallas[2]) und Erman[3]); auch sagt Cochrane, daß an der Mündung der Kolyma zwar noch Wälder vorhanden seyen, daß aber die Bäume wegen des Eises nur 20″ tief wurzeln könnten [4]). Auch in Nord-America fand Franklin den Boden am 18. August in 70° 24′ N und 149′ W bei einer Tiefe von 16″ gefroren [5]); Richardson traf im Julius den Boden in 71° 12′ N und 129° 21′ nur bis 3′ aufgethaut, späterhin gefroren [6]). In dieser Gegend kommen noch einige Zwergbäume und Weiden fort; die Gränze der Weißtanne liegt hier in 68° 40′ N, und in dieser Breite wurde in einem 3′ tiefen Loche am 5ten Julius keine Spur von Eis gefunden.

Wie die Temperatur des Erdkernes beschaffen sey, ist eine häufig aufgeworfene, bisher noch nicht genügend beantwortete Frage. Je nachdem ältere Physiker in vulcanischen Gegenden wohnten, oder

---

2) Pallas Reise III, 22.

3) Ich kenne die Untersuchungen Erman's nur aus Zeune's Gea, 3te Aufl. S. 377, welcher für die Gränze des Eises die Breite von 60° angiebt.

4) Cochrane Fußreise S. 117.

5) Franklin zweite Reise S. 187.

6) Das. S. 241.

nicht, wurde von ihnen angenommen, daß im Innern der Erde eine große Hitze sey. Spuren dieses Glaubens werden häufig bey den Alten angetroffen, und die ganze christliche Mythologie des Mittelalters so wie der Volksglaube in vielen Gegenden nehmen diese Hypothese als erwiesen an [7]). Erst im vorigen Jahrhundert wurde der Gegenstand ernstlicher untersucht. Messungen, welche Gensanne in den Minen von Giromagny anstellte, schienen zuerst eine Zunahme der Wärme mit der Tiefe zu beweisen [8]). Unter mehrern Physikern, welche diese Erfahrungen mit Lebhaftigkeit aufgriffen, zeichnete sich besonders Mairan aus, welcher darauf seine Hypothese eines Centralfeuers, d. h. einer großen Hitze im Innern der Erde, stützte. Weil nämlich die Wärme mit der Erhebung über der Meeresfläche abnimmt, der Frost nie tief in die Erde dringt, das Meer in großen Tiefen ungefroren ist, so schreibt er der Erde eine Grundwärme zu, welche seiner Berechnung nach 393 Mal größer seyn soll, als diejenige Wärme, welche die Sonne am kürzesten Tage in Paris hervorbringt [9]). In der Folge entwickelte Buffon diese Hypothese ausführlicher, sie mit seiner Ansicht über Entstehung der Erde zusammenstellend. Er nahm an, die Erde sey ein von der Sonne durch einen Kometen abgestoßenes Stück, habe anfänglich eine Glühhitze gehabt, die zwar an der Oberfläche verschwunden sey, aber im Centro noch existire; sie erkalte in einer langen Periode und werde zuletzt durch völlige Erstarrung unbewohnbar werden.

Diese Hypothese, von Buffon mit großer Beredsamkeit vorgetragen, und durch mancherlei Versuche unterstützt fand großen Beifall. Als später Werner seine geologische Theorie aufstellte und zu zeigen bemüht war, daß alle Gebirge durch einen Niederschlag aus dem Wasser gebildet wären, hatte die Idee eines Centralfeuers ein geringes Interesse, man dachte kaum an diesen.

7) Bei Behandlung dieses Gegenstandes folge ich vorzüglich Cordier in den Annales des Mines, Deuxième Serie II, 53—138, auch abgedruckt in den Mém. de l'Acad. VII, 473, ausgezogen in Schweigger's Jahrb. N. R. XXII, 265. und Muncke in Gehler's Wörterb. N. A. III, 971.

8) Mairan Dissertation sur la glace p. 60.

9) Mém. de l'Acad. des Sc. 1719. p. 124.

eigt, nach welcher die Luft in der Tiefe im Sommer weit wärmer war, als im Winter [15]).

Weit besser eignen sich zu dieser Untersuchung die Grubenwasser, obgleich auch diese als aus der Höhe herabkommend meistens eine zu geringe Wärme besitzen werden. Große Wasseransammlungen in den Gruben geben Resultate, welche sich wenig von der Wahrheit zu entfernen scheinen. Am sichersten ist es, die Temperatur des Felsens durch directe Messungen zu bestimmen. In dieser Hinsicht verdienen besonders die Beobachtungen, welche Trebra bei Freyberg in den Gruben Beschert Glück und alte Hoffnung Gottes anstellen ließ, Beachtung. In Stollen, welche fern von bearbeiteten Stellen lagen, wurden die Kugeln der Thermometer in den Felsen gesenkt und ihr Stand mehrere Jahre hindurch zum Theil drei Mal täglich aufgezeichnet. Ist auch in so alten Bauen die Wärme des Gesteins ein wenig modificirt, so scheint doch der geringe Wechsel der Temperatur während der Beobachtungen darauf zu deuten, daß sich die Resultate wenig von der Wahrheit entfernen. Cordier wendete zu eben dieser Untersuchung ein anderes Verfahren an [16]). An einer Stelle, wo eben gearbeitet wurde, ließ er ein Loch in den Felsen bohren, legte sein Thermometer einige Zeit auf den Boden, bis sein Stand stationär geworden war; wurde es sodann in das Loch gesteckt, dieses mit einem Papierpfropfen verschlossen, so beobachtete er seine Angaben, nachdem es eine Stunde in dieser Lage geblieben war.

Um die Abhängigkeit zwischen Tiefe und Wärme des Bodens zu vergleichen, wendet Cordier ein Verfahren an, welches nach den Bemerkungen von Kupffer unrichtig ist [17]). Er vergleicht nämlich die Wärme der Luft mit der des Gesteins, da doch nothwendig die Temperatur des Bodens unter einander selbst verglichen werden muß. Am sichersten verfährt man nach Kupffer unstreitig, wenn man in jedem Orte die Unterschiede der Tiefen und

15) Ann. de Chimie XIII, 200 bei Muncke in Gehler's Wörterbuch III, 975.

16) Mém. de l'Acad. VII, 520.

17) Poggendorff's Ann. XV, 171.

nd Temperaturen zusammen addirt und jene durch diese dividirt, m die Tiefe zu erhalten, welche man hinabsteigen muß, wenn ie Wärme sich um 1° ändern soll.

Die ausführlichsten Messungen, welche über die Temperatur im Innern bis jetzt angestellt wurden, sind folgende [18]):

I. Temperatur der Quellen in Gruben.

nd und Beobachter	Grube	Tiefe, Toisen	Temperatur
Sachsen; d'Aubuisson	Junghohe-Birke	40,0	9°,4
	Blei- und Silbermine	111,3	12,5
	Beschert Glück	131,3	13,8
Bretagne; d'Aubuisson	Huelgoet	30,8	12,2
		61,6	15,0
		118,0	19,7
Rußland; Kupffer	Bogoslowsk	27,1	3°,4
		33,3	4,0
		54,2	6,2

II. Temperatur der Grubenwasser.

Cornwallis; Fox	South-Huel-Towan	42,2	15,6
	Huel-Unity-Wood	80,8	17,8
	Gwennap	140,8	25,6
Schweiz; Saussure	Salzgruben von Bex	0	10,4 [19])
		92,3	15,6
		110,5	17,4

---

[18]) Meistens aus den erwähnten Abhandlungen von Cordier, Muncke und Kupffer entnommen. Einige spätere Messungen von Fox in Poggendorff's Ann. XX, 171.

[19]) Brunnen in Genf.

III. Temperatur großer Wasseransammlungen.

Land und Beobachter	Grube	Tiefe, Toisen	Temperatur
F. Cornwallis; Fox	North-Huel-Virgin	36,6	15°,0
	Tingtang	100,5	20,0
		150,3	27,8
	Huel Vor	130,4	20,6
		196,1	26,1
	United Mines	169,0	26,7
G. Sachsen; d'Aubuisson	Junghohe Birke	40,0	9,4
		163,1	17,2

IV. Temperatur des Felsens.

Land und Beobachter	Grube	Tiefe, Toisen	Temperatur
H. Sachsen; Trebra	Alte Hoffnung Gottes	9,2	8,7
		100,0	12,8
		158,9	15,0
		224,7	18,7
J. Frankreich; Cordier	Carmeaux	3,1	12,9
		98,5	19,5
K	Decise	4,4	11,4
		54,9	17,8
		87,7	22,1
L. Italien; Fantonetti	Pestarena di Macugnana	76,9	11,0
		128,2	11,7
		179,6	13,1
		230,9	15,0
		360,1	16,3

Alle diese Messungen zeigen, daß die Wärme der Gruben mit der Tiefe zunimmt. Um die Größe dieser Zunahme zu bestimmen, wollen wir annehmen, sie erfolge in arithmetischer Reihe; dann in derselben Gruppe je zwei Beobachtungen zusammenstellend und die Summe der Niveauunterschiede durch die der Temperaturdifferenzen dividirend, ergiebt sich für eine Wärmezunahme von 1° eine Tiefe von

Gruppe		
Gruppe	A	20°,7
	B	11,6
	C	9,5
	D	9,9
	E	15,8
	F	12,8
	G	11,9
	H	21,9
	J	14,3
	K	7,8
	L	44,6

ls Mittel aus allen diesen Bestimmungen finden wir für die Tiefe, welcher die Wärme um 1° C zunimmt 17,6 Toisen; jedoch zei- n die einzelnen Messungen bedeutende Differenzen. Diese Ab- eichungen vom Mittel rühren theils von dem hier nicht berück- htigten Einflusse der Arbeiter, theils von der Beschaffenheit des esteins her, indem die Temperatur desto höher ist, je besser die- s die Wärme leitet. Dieses geht besonders aus einer Erfahrung n Fox hervor, das Thermometer hatte nämlich stets einen ihern Stand in den Metalladern, als im Gestein, besonders im ranit [20]). Auch die Configuration der Oberfläche hat hierauf nen großen Einfluß. Die Tiefen der einzelnen Stationen sind ahrscheinlich von der Hängebank an gerechnet: liegt diese in engen hälern, so haben die Punkte eine geringere Tiefe, als wir finden ürden, wenn wir der Oberfläche die mittlere Höhe der über der rube befindlichen Gegend gäben. Wir werden hier also eine zu he Wärme, eine schnellere Zunahme der Temperatur finden, ährend bei Gruben im Innern isolirter Berge das Gegentheil olgen wird.

Nach dem Gesagten kann diese Zunahme der Wärme mit Tiefe nicht mehr bezweifelt werden. Es ist aber eine andere age, ob dieselbe Zunahme sich noch bis zum Mittelpunkte der de zeigen werde. Nehmen wir an, daß die Wärme für jede Toisen um 1° zunehme, so würde sie unter Deutschland in r Tiefe von 4000 Toisen, also etwas mehr als einer Meile,

[20]) Ann. de Chimie et de Phys. XVI, 80. und Poggendorff's Ann. XIII, 367.

210° betragen; in einer Tiefe von 1800 Toisen würde bereits Wasser sieden; am Mittelpunkte der Erde, ihren mittlern Halbmesser zu 3266260 Toisen gerechnet, wäre die Temperatur 163313 Grad des hunderttheiligen Thermometers. Mehrere Naturforscher, besonders aber Cordier, haben angenommen, daß diese Zunahme gleichförmig fortdaure, und indem er für eine Zunahme der Temperatur von 1° eine Tiefe von 25 Metern annimmt, findet er im Mittelpunkte eine Wärme von 250000° C[21]. Eben diese fortdauernde Zunahme der Wärme nimmt auch Fourier als erwiesen an. Die mitgetheilte Erfahrung von Fox, nach welcher die Temperatur der Metalladern als besserer Wärmeleiter stets höher ist, als die der umgebenden Felsarten, scheint für die Existenz einer innern Wärmequelle zu sprechen.

Nach Fourier[22]) hatte die Erde anfänglich eine Hitze, welche die des weißglühenden Eisens noch um vieles übertraf, wurde dann in einen Raum versetzt, dessen Temperatur tief unter dem Gefrierpunkte lag, und erkaltete im Laufe der Jahrtausende, bis sie ihren jetzigen Zustand erlangt hat. Diese ursprünglich hohe Temperatur geht besonders aus der Gestalt des Erdsphäroids und der durch die Pendelschwingungen erwiesenen regelmäßigen Anordnungen der innern Schichten hervor. Nun zeigt der mathematische Ausdruck für das Erkaltungsgesetz, daß die primitive Wärme einer so großen Kugel an der Oberfläche weit schneller verschwindet, als in der Mitte, indem die Centraltheile eine sehr lange Zeit hindurch ihre ursprüngliche Temperatur fast unverändert behalten. Ist dieses schon bei Metallen der Fall, so muß es noch weit mehr bei den schnellen Wärmeleitern geschehen, aus denen die Erdrinde besteht. Nun zeigen die in Gruben angestellten Messungen eine Zunahme der Wärme, welche sich nicht bloß aus der Einwirkung der Sonne herleiten läßt, wir müssen vielmehr zu ihrer Erklärung eine Centralwärme annehmen. Auf der Oberfläche ist diese nicht mehr merklich, die durch sie bewirkte Erhöhung der Temperatur beträgt vielleicht kaum $\frac{1}{30}$°; die Menge der Wärme, welche auf diese Art im Laufe eines Jahrhunderts

21) Ann. des Mines I. l. p. 121.

22) Ann. de Chimie XIII,418. Mém. de l'Acad. VII, 588. Bulletin de la Soc. phil. 1820. p. 58.

zur Oberfläche gelangt und sich im Weltraume zerstreut, würde nur im Stande seyn, eine Eismasse von 3 Meter Höhe zu schmelzen, eine Größe, die im Vergleich mit dem Halbmesser der Erde sehr unbedeutend ist.

Aus Messungen, die sich nur bis zu Tiefen erstrecken, welche im Vergleich mit dem Halbmesser der Erde verschwinden, Resultate herzuleiten, welche sich auf die Beschaffenheit des Erdkernes beziehen, scheint mir gegenwärtig, wo die Messungen noch so bedeutende Differenzen zeigen, voreilig. Man hat als einen Beweis für die Centralwärme noch die vulcanischen Erscheinungen angeführt. Immer bleibt dabei noch die Frage, ob diese wirklich zur Unterstützung der Behauptung benutzt werden dürfen, da der Hypothese Davy's zufolge die Zersetzung des Wassers durch die leicht oxydirbaren Metalle die meisten vulcanischen Phänomene bedingen kann. Indeß wäre wohl die Frage, ob sich diese Zunahme nicht blos in der Erdrinde zeige und daß sie späterhin wieder ganz aufhöre; ob nicht etwa electrische Ströme, welche wir doch nothwendig in der aus so heterogenen Massen bestehenden Erdrinde annehmen müssen, und die mehrfach zur Erklärung des Erdmagnetismus angewendet sind, zur Erhöhung der Temperatur sehr vieles beitragen.

Zeigen uns die Untersuchungen von Naturforschern oder Geometern wenig Bestimmtes über die Temperatur in großer Tiefe, so geht aus ihnen wenigstens so viel hervor, daß die Erde sich in einem Temperaturzustande befinde, welchen wir als stationär ansehen dürfen. Wäre die Erde in historischer Zeit einst wärmer gewesen, als gegenwärtig, so hätte sie einen größern Durchmesser gehabt, als gegenwärtig; sie hätte sich dadurch schneller um ihre Axe und um die Sonne drehen müssen. Laplace, welcher diesen Gegenstand zuerst näher untersuchte [23]), folgert aus den ältern Messungen, daß die Dauer des Tages seit 2000 Jahren nicht um $\frac{1}{300}$ einer Secunde kleiner geworden sey: ein Beweis des stationären Zustandes der Wärme.

---

23) Bulletin de la Soc. philom. 1820. p. 21.

Sechster Abschnitt.

Von den Schwankungen des Barometers.

Torricelli's Versuch war kaum von mehrern Physikern wiederholt worden, so entdeckten sie auch schon, daß das Barometer nicht zu allen Zeiten denselben Stand hatte; das Quecksilber sank oder stieg einige Zeit, um bald darauf seine frühere Höhe wieder zu erreichen. Der Zusammenhang zwischen Barometerschwankungen und Witterung fiel aufmerksamen Beobachtern auf. Pascal und Otto v. Guericke machten ihre Erfahrungen über diesen Gegenstand bekannt. Namentlich erkannte letzterer im Jahre 1660 aus den Angaben seines Instrumentes eine solche Leichtigkeit der Luft, daß er behauptete, es müsse irgendwo ein Sturm gewesen seyn, welcher auch zwei Stunden später Magdeburg erreichte [24]).

Das Barometer, dessen Einrichtung ich hier als bekannt voraussetzen muß [25]), giebt durch die Höhe der Quecksilbersäule

---

24) Guericke experim. nova Magdeb. de vac. spat. L. III c. 20. p. 100.

25) Zuerst wurde durch die Bemühungen von de Luc im ersten und zweiten Bande seiner Recherches sur la Meteorologie die Construction aller Theile des Barometers mit großer Sorgfalt untersucht. In dieser Schrift findet man auch eine Beschreibung und Beurtheilung der meisten ältern Barometer. In der Folge hat man sich vielfach bemüht, den Apparate eine bessere und bequemere Einrichtung zu geben. Von allgemeinen Schriften verdienen besonders Erwähnung J. F. Luz Beschreibung von Barometern. 8. Nürnberg 1784. T. W. Voigt Beiträge zur Verfertigung und Verbesserung des Barometers. 8. Leipzig 179[illegible]. Desselben Versuch kritischer Nachträge und Zusätze zu Luz Beschreibung älterer und neuerer Barometer und anderer meteorologischer Werkzeuge. 8. Leipzig 1802. Der Artikel Barometer von Muncke in der neuen Ausgabe von Gehler's physik. Wörterb. Baumgartner Naturlehre, Supplementband S. I, 134. Bohnenberger [illegible] Poggendorff's Ann. VII, 378. Hisinger ib. VII, 33.

den Druck der ganzen Atmosphäre an. Wenden wir also auch ein möglich sorgfältig gearbeitetes Barometer an, so dürfen die Resultate der Messungen nicht unmittelbar mit einander verglichen werden. Erhält das Quecksilber eine höhere Temperatur, so wird seine Dichtigkeit geringer; steht das Barometer beide Male gleich hoch, so ist das Gewicht der Quecksilbersäule im zweiten Falle kleiner. Man würde also einen mehr oder weniger großen Fehler begehen, nähme man an, der Druck der Atmosphäre sey bei beiden Beobachtungen gleich gewesen. Soll also das Barometerjournal nicht Zahlen ohne Werth geben, so ist es eine unerläßliche Bedingung, daß das Quecksilber bei allen Beobachtungen auf eine und dieselbe Temperatur reducirt werde. Nur zu wenigen allgemeinen Untersuchungen sind unreducirte Beobachtungen brauchbar; man sieht sich selbst bei Bestimmungen von Berghöhen außer Europa zuweilen genöthigt, solche zu benutzen, weil keine andern vorhanden sind. Allein im westlichen Europa ist es eine unverzeihliche Nachlässigkeit, diesen Umstand, auf welchen de Luc vor mehr als einem halben Jahrhundert ein so bedeutendes Gewicht legte, ganz zu übersehen.

Um diese Reduction vorzunehmen, muß man die Temperatur des Quecksilbers im Barometer genau kennen. Man befestigt deshalb die Kugel des Thermometers ganz in dem Holze oder der metallenen Fassung und nimmt an, daß es die Wärme des Quecksilbers habe. Sobald das Instrument in einem Zimmer hängt, in welchem sich die Temperatur nur langsam ändert, darf man annehmen, daß dieses der Fall sey. Größer aber wird die Differenz, wenn das Thermometer seinen Stand in kurzer Zeit schnell ändert, wie dieses namentlich auf Reisen der Fall ist. Der Geognost Friedrich Hoffmann hat mir mehrere auffallende von ihm beobachtete Fälle mitgetheilt, welche auffallend zeigten wie schwer das Quecksilber des Barometers seine Temperatur ändere. Wenn auf Fußreisen das ganze Instrument stark erwärmt ist, so sinkt das an ihm befestigte Thermometer weit schneller, als die Wärme der Barometersäule abnimmt; man erhält daher bei der Reduction der Angaben zu hohe Stände und zu geringe Berghöhen, welche im Laufe von mehrern Stunden nach und nach größer werden. Wo es auf genaue Untersuchungen von kleinen im Laufe eines Tages Statt findenden Aenderungen ankommt,

müssen wir selbst bei der Reduction von Beobachtungen in Wohnzimmern vorsichtig seyn. Wir werden in der Folge sehen, daß das Barometer in unsern Gegenden von 6 Uhr bis etwa 10 Uhr Morgens im Mittel vieler Beobachtungen steigt. Um diese Aenderungen für Halle zu bestimmen, beobachtete ich das Barometer seit dem Jahre 1827 stündlich. Ein sorgfältig gearbeitetes Instrument von Pistor in Berlin hing in einer ungeheizten Stube, deren Fenster nach NO gerichtet waren. Im Winter, wo keine Sonnenstrahlen ins Zimmer drangen, zeigten die Beobachtungen einen regelmäßigen Gang; als jedoch im April die Sonne am Morgen einige Stunden in die Stube fiel, zeigte sich nach 7 Uhr ein plötzliches Sinken des Instrumentes, welches im Mittel zwar nur einige Hundertel einer Linie betrug, aber zu groß war, um bei Untersuchungen dieser Art übersehen zu werden. Obgleich das Barometer so hing, daß es durchaus nicht von den Strahlen der Sonne getroffen wurde, so nahm doch die Temperatur der Stube den Angaben des Thermometers zufolge in der ersten Stunde um 1° bis 2° R zu, das Quecksilber des Barometers erwärmte sich wegen seiner Masse nicht so schnell und ich nahm seine Temperatur also zu hoch an. Eben so auffallende anomale Aenderungen habe ich mehrmals an einem in meiner Wohnstube hängenden Barometer bemerkt, wenn diese stets zu einer bestimmten Stunde geheizt wurde. Fehler dieser Art werden bei den meisten Messungen vorhanden seyn, nur fallen sie deshalb weniger auf, weil die Beobachtungen nicht so oft am Tage wiederholt werden. Ist es daher möglich, daß ein Beobachter sein Instrument in einem Zimmer aufhängen kann, in welchem sich die Temperatur fast gar nicht ändert, so werden die Reductionen weit sicherer seyn.

Nach den Messungen von Dulong und Petit [26]), welche mit großer Sorgfalt angestellt, das meiste Zutrauen verdienen, dehnt sich eine Quecksilbersäule zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte um $\frac{1}{55{,}5}$ ihrer ursprünglichen Länge und zwischen diesen Punkten gleichförmig aus. Es beträgt demnach diese Verlängerung der Quecksilbersäule für 1° C $\frac{1}{5550}$, für 1° R $\frac{1}{4440}$ und für 1° F $\frac{1}{9990}$. Ist daher b der Barometerstand, welcher bei einer Temperatur t beobachtet worden ist, b′ dagegen der Barometer-

26) Journal de l'éc. polyt. und Ann. de chimie VII, 136.

stand, welcher bei der Temperatur t', auf die alle Messungen reducirt werden, beobachtet seyn würde, so erhalten wir

hundertheiliges Therm.: $b' = b\left(1 + \frac{1}{5550}(t' - t)\right)$
Reaumursches Therm.: $b' = b\left(1 + \frac{1}{4440}(t' - t)\right)$
Fahrenh. Thermometer: $b' = b\left(1 + \frac{1}{9990}(t' - t)\right)$

Die Temperatur t', auf welche wir die Barometerstände reduciren, ist höchst gleichgültig und hängt von der Willkür eines jeden Beobachters ab, es ist aber ziemlich allgemein die des Thaupunktes als Normalwärme angenommen; reducirt ein Beobachter seine Aufzeichnungen auf eine andere Temperatur, so muß er diese wenigstens angeben; bei meteorologischen Journalen, die monatlich in Zeitschriften bekannt gemacht werden, ist es nöthig, diese Angaben in jedem Monate zu wiederholen; es genügt nicht, dieses in dem ersten bekannt gemachten Hefte anzugeben, denn Niemand, der die Aufzeichnungen eines Monats vergleichen will, kann wissen, was in einem Bande steht, der vor zehn oder mehr Jahren erschienen ist. Nehmen wir t' = 0, so verwandeln sich die Gleichungen in

$b' = b\left(1 - \frac{1}{5550} \cdot t\right)$ fürs Centes. Therm.
$b' = b\left(1 - \frac{1}{4440} \cdot t\right)$ fürs Reaum. Therm.
$b' = b\left(1 - \frac{1}{9990}(t - 32)\right)$ fürs Fahrenh. Therm.

Gesetzt der Barometerstand sey 333''',5, das Thermometer stehe auf 20° R, so wird $b' = 333''',5\left(1 - \frac{1}{5550} \cdot 20\right) = 333''',5 - 1''',50 = 332''',00$. Wäre dagegen die Temperatur — 20° R gewesen, so wäre $b' = 333''',5\left(1 + \frac{1}{5550} \cdot 20\right) = 333''',5 + 1''',5 = 335''',0$ geworden.

Um die Rechnung zu ersparen, kann man Tafeln berechnen, welche für jeden beliebigen Stand des Barometers und Thermometers die zu subtrahirenden oder zu addirenden Größen enthalten. Nach den ältern Messungen von de Luc berechnete Schlögl Tafeln [27]); späterhin gab Winckler eben solche heraus [28]). Diese gehen von 23 Zoll bis 29 Zoll Barometerhöhe, sind für

27) Schlögl Tabulae pro reductione quorumvis statuum barometri. 4. Monach. 1787.

28) C. L. G. Winckler Tafeln, um Barometerstände, die bei verschiedenen Wärmegraden beobachtet sind, auf jede beliebige Normaltemperatur zu reduciren. 4. Halle 1820.

jede zwischenliegende Linie und für Temperaturdifferenzen von 0° bis 10° bis auf Zehntel eines Grades und auf fünf Decimalstellen, d. h. Tausendtel von einem Hundertel einer Linie berechnet. Durch dieses übergroße Streben nach Genauigkeit hat der Verfasser seine Tafeln wenig brauchbar gemacht, da man fast eben so viel Zeit zum Aufsuchen als zur unmittelbaren Berechnung gebraucht. Ganz dasselbe läßt sich auf die einen mäßigen Octavband ausmachenden Tafeln von Weiße [29]) anwenden, welche ebenfalls die Reduction bis auf vier Stellen, also Hundertel von Hundertel Linien, geben, obgleich wir bei einer einzigen Messung kaum im Stande sind, für ein Zehntel einer Linie zu stehen [30]). Ich habe eine kürzere Tafel dieser Art bis zu Temperaturdifferenzen von 10° und für Barometerhöhen von 200''' bis 350''' berechnet und in dem Artikel Barometer in dem Repertorium von Brandes mitgetheilt [31], die freilich nur zwei Decimalstellen enthält, aber dafür sich auch auf einen kleinen Raum bringen läßt, und neben hinreichender Sicherheit große Leichtigkeit in ihrem Gebrauche gewährt [32]).

Bei allen diesen Tafeln ist nur auf die Ausdehnung des Quecksilbers Rücksicht genommen; wenn aber die Wärme steigt, so wird auch zugleich die Scale ausgedehnt; die an dieser abgelesene Länge ist also kleiner als sie bei der Normaltemperatur war. Man muß deshalb ebenfalls eine Correction anbringen, welche aus leicht begreiflichen Gründen das entgegengesetzte Zeichen von der des Quecksilbers hat. Da nun die meisten Barometerscalen aus Messing verfertigt sind, die lineare Ausdehnung des Messings aber etwa $\frac{1}{10}$ von der des Quecksilbers beträgt, so rathen Weiß und auch Muncke [33]), man sollte zur Berichtigung der Correction $\frac{1}{10}$ von der fürs Quecksilber gegebenen Ausdehnung sub-

---

29) Weifse Tafel zur Reduction der Barometerhöhen.

30) Dieses giebt mir eine, längere Zeit fortgesetzte Vergleichung von zwei guten Heberbarometern (eins von Pistor, das andere von Körner), welche mir ungeachtet aller Sorgfalt beim Ablesen oft noch größere Differenzen gaben.

31) Daraus abgedruckt in Kastner's Meteorol. III, 292.

32) Für Millimeter und hunderttheilige Grade findet man eine Correctionstafel bei Muncke in Gehler's Wörterb. I, 908.

33) Gehler's Wörterb. I, 900.

trahiren und nur die übrig bleibenden $\frac{1}{10}$ von dem beobachteten Barometerstande subtrahiren oder dazu addiren. Dieses Verfahren ist jedoch nicht ganz richtig. War nämlich die Temperatur gleichgültig, auf welche wir das Quecksilber reducirten, so ist dieses nicht mehr der Fall bei der Scale. Als Normaltemperatur müssen wir hier diejenige annehmen, bei welcher die Länge des entsprechenden Normalmaaßes bestimmt wurde. Diese Normaltemperatur ist beim alt-französischen Maaße 13° R, beim neuen französischen Maaße 0°, und beim englischen Maaße 55° F. Ist nun b der unmittelbar beobachtete Stand des Barometers, t seine Temperatur, T die Normaltemperatur, auf welche das Quecksilber reducirt wird, ϑ die Normaltemperatur des Maaßstabes, endlich q und m die lineare Ausdehnung von Quecksilber und Scale für einen Grad des gebrauchten Thermometers, so wird die Größe der Correction

$$h \cdot \frac{q(t-T) - m(t-\vartheta)}{1+q(t-T)}.$$

Für Messing beträgt die lineare Ausdehnung zwischen den beiden Fundamentalpunkten des Thermometers 0,0018782 und für Quecksilber 0,018018; Schumacher hat mit Anwendung dieser beiden Größen Tafeln für die drei gebräuchlichsten Thermometer- und Barometerscalen berechnet [34]). Da gewöhnlich pariser Linien und Reaumur's Thermometer, Millimeter und hunderttheiliges Thermometer, englische Zolle und Fahrenheit's Thermometer mit einander verbunden sind, so gebe ich hier eben solche Tafeln für eine Messingscale, die lineare Ausdehnung dieses Metalles zwischen dem Thau- und Siedepunkte zu 0,00188 annehmend. Bei allen ist die Temperatur des Gefrierpunktes als Normaltemperatur des Quecksilbers angenommen.

---

34) Schumacher Sammlung von Hülfstafeln I, 53.

Reduction des alt-französischen Barometers

R	280‴	285‴	290‴	295‴	300‴	305‴	310‴
— 15°	+0‴,77	+0‴,78	+0‴,79	+0‴,81	+0‴,82	+0‴,84	+0‴,85
— 14	+0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,79
— 13	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72
— 12	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66
— 11	0,5[illegible]	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
— 10	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54
— 9	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47
— 8	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41
— 7	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35
— 6	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28
— 5	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
— 4	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
— 3	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
— 2	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03
— 1	—0,03	—0,03	—0,03	—0,03	—0,03	—0,03	—0,03
0	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
+ 1	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
2	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
3	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28
4	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,35
5	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41
6	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47
7	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,53
8	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
9	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66
10	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72
11	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,79
12	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85
13	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91
14	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,96	0,98
15	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04
16	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,08	1,10
17	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,16
18	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23
19	1,16	1,18	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29
20	1,22	1,24	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35
21	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37	1,39	1,42
22	1,34	1,36	1,38	1,41	1,43	1,45	1,48
23	1,39	1,41	1,44	1,47	1,49	1,52	1,54
24	1,45	1,47	1,50	1,53	1,55	1,58	1,60
25	—1,50	—1,53	—1,56	—1,59	—1,61	—1,64	—1,67

auf den Gefrierpunkt in Linien.

R	315‴	320‴	325‴	330‴	335‴	340‴	345‴
−15°	+0‴,86	+0‴,88	+0‴,89	+0‴,90	+0‴,92	+0‴,93	+0‴,95
−14	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88
−13	0,74	0,75	0,76	0,78	0,78	0,79	0,81
−12	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74
−11	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67
−10	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
− 9	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53
− 8	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46
− 7	0,35	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39
− 6	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32
− 5	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25
− 4	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18
− 3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
− 2	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,04
− 1	−0,03	−0,03	−0,03	−0,03	−0,03	−0,03	−0,03
0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
+ 1	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
2	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
3	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31
4	0,35	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38
5	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45
6	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53
7	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
8	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67
9	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74
10	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,81
11	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88
12	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,95
13	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02
14	0,99	1,01	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09
15	1,05	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16
16	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23
17	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30
18	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37
19	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,44
20	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,51
21	1,44	1,46	1,48	1,51	1,53	1,55	1,58
22	1,50	1,53	1,55	1,57	1,60	1,62	1,65
23	1,57	1,59	1,62	1,64	1,67	1,69	1,72
24	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73	1,76	1,79
25	−1,69	−1,72	−1,75	−1,78	−1,80	−1,83	−1,86

Reduction des metrischen Barometers

Cent.	650mm	660mm	670mm	680mm	690mm	700mm	710mm
0	0	0	0	0	0	0	0
∓ 1	± 0,11	± 0,11	± 0,11	± 0,11	± 0,11	± 0,11	± 0,12
2	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23
3	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35
4	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46
5	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
6	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
7	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81
8	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92
9	0,95	0,96	0,98	0,99	1,01	1,02	1,04
10	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15
11	1,16	1,18	1,20	1,21	1,23	1,25	1,27
12	1,27	1,29	1,31	1,32	1,34	1,36	1,38
13	1,37	1,39	1,41	1,43	1,46	1,48	1,50
14	1,48	1,50	1,52	1,54	1,57	1,59	1,61
15	1,58	1,61	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73
16	1,69	1,72	1,74	1,77	1,79	1,82	1,84
17	1,79	1,82	1,86	1,88	1,91	1,93	1,96
18	1,90	1,93	1,97	1,99	2,02	2,05	2,08
19	2,01	2,04	2,08	2,10	2,13	2,16	2,19
20	2,11	2,14	2,19	2,21	2,24	2,27	2,31
21	2,22	2,25	2,29	2,32	2,35	2,39	2,42
22	2,32	2,36	2,40	2,43	2,47	2,50	2,54
23	2,43	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65
24	2,53	2,57	2,62	2,65	2,69	2,73	2,77
25	2,64	2,68	2,73	2,76	2,80	2,84	2,88
26	2,74	2,79	2,84	2,87	2,91	2,96	3,00
27	2,85	2,89	2,95	2,98	3,03	3,07	3,11
28	2,96	3,00	3,06	3,09	3,14	3,18	3,23
29	3,06	3,11	3,17	3,20	3,25	3,30	3,34
30	3,17	3,22	3,27	3,31	3,36	3,41	3,46
31	3,27	3,32	3,38	3,42	3,47	3,52	3,57
32	3,38	3,43	3,49	3,53	3,59	3,64	3,69
33	3,48	3,54	3,60	3,64	3,70	3,75	3,81
34	3,59	3,64	3,70	3,75	3,81	3,87	3,92
∓ 35	± 3,69	± 3,75	± 3,81	± 3,86	± 3,92	± 3,98	± 4,04

auf den Gefrierpunkt in Millimetern.

Cent.	720mm	730mm	740mm	750mm	760mm	770mm	780mm
0	0	0	0	0	0	0	0
∓ 1	± 0,12	± 0,12	± 0,12	± 0,12	± 0,12	± 0,13	± 0,13
2	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25
3	0,35	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38
4	0,47	0,47	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51
5	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63
6	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76
7	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89
8	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	1,00	1,01
9	1,05	1,07	1,08	1,10	1,11	1,13	1,14
10	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,27
11	1,29	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,39
12	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52
13	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,63	1,65
14	1,64	1,66	1,68	1,71	1,73	1,75	1,77
15	1,75	1,78	1,80	1,83	1,85	1,88	1,90
16	1,87	1,90	1,92	1,95	1,97	2,00	2,03
17	1,99	2,02	2,04	2,07	2,10	2,13	2,15
18	2,10	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	2,28
19	2,22	2,25	2,28	2,31	2,35	2,38	2,41
20	2,34	2,37	2,40	2,44	2,47	2,50	2,53
21	2,46	2,49	2,52	2,56	2,59	2,63	2,66
22	2,57	2,61	2,64	2,68	2,72	2,75	2,79
23	2,69	2,73	2,76	2,80	2,84	2,88	2,91
24	2,81	2,85	2,88	2,92	2,96	3,00	3,04
25	2,92	2,96	3,00	3,04	3,09	3,13	3,17
26	3,04	3,08	3,12	3,17	3,21	3,25	3,29
27	3,16	3,20	3,24	3,29	3,33	3,38	3,42
28	3,27	3,32	3,37	3,41	3,46	3,50	3,55
29	3,39	3,44	3,49	3,53	3,58	3,63	3,67
30	3,51	3,56	3,61	3,65	3,70	3,75	3,79
31	3,62	3,68	3,73	3,78	3,83	3,88	3,92
32	3,74	3,79	3,85	3,90	3,95	4,00	4,04
33	3,86	3,91	3,97	4,02	4,07	4,13	4,17
34	3,98	4,03	4,09	4,14	4,20	4,25	4,30
∓ 35	± 4,09	± 4,15	± 4,21	± 4,26	± 4,32	± 4,38	± 4,43

Reduction des englischen Barometers

F	26",5	27",0	27",5	28",0	28",5
0	+0",0694	+0,0708	+0,0721	+0,0734	+0,0747
1	0,0671	0,0683	0,0696	0,0709	0,0721
2	0,0647	0,0659	0,0671	0,0683	0,0696
3	0,0623	0,0635	0,0647	0,0658	0,0670
4	0,0599	0,0611	0,0622	0,0633	0,0644
5	0,0575	0,0586	0,0597	0,0608	0,0619
6	0,0552	0,0562	0,0572	0,0583	0,0593
7	0,0528	0,0538	0,0548	0,0558	0,0568
8	0,0504	0,0513	0,0523	0,0532	0,0542
9	0,0480	0,0489	0,0498	0,0507	0,0516
10	0,0456	0,0465	0,0474	0,0482	0,0491
11	0,0433	0,0441	0,0449	0,0457	0,0465
12	0,0409	0,0416	0,0424	0,0432	0,0440
13	0,0385	0,0392	0,0399	0,0407	0,0414
14	0,0361	0,0368	0,0375	0,0382	0,0388
15	0,0337	0,0344	0,0350	0,0356	0,0363
16	0,0314	0,0319	0,0325	0,0331	0,0337
17	0,0290	0,0295	0,0301	0,0306	0,0311
18	0,0266	0,0271	0,0276	0,0281	0,0286
19	0,0242	0,0247	0,0251	0,0256	0,0260
20	0,0218	0,0222	0,0226	0,0231	0,0235
21	0,0194	0,0198	0,0202	0,0205	0,0209
22	0,0171	0,0174	0,0177	0,0180	0,0183
23	0,0147	0,0150	0,0152	0,0155	0,0158
24	0,0123	0,0125	0,0128	0,0130	0,0132
25	0,0099	0,0101	0,0103	0,0105	0,0107
26	0,0075	0,0077	0,0078	0,0080	0,0081
27	0,0052	0,0053	0,0053	0,0054	0,0055
28	0,0028	0,0028	0,0029	0,0029	0,0030
29	+0,0004	+0,0004	+0,0004	+0,0004	+0,0004
30	−0,0020	−0,0020	−0,0021	−0,0021	−0,0021
31	0,0044	0,0045	0,0045	0,0046	0,0047
32	0,0067	0,0069	0,0070	0,0071	0,0073
33	0,0091	0,0093	0,0095	0,0097	0,0098
34	0,0115	0,0117	0,0120	0,0122	0,0124
35	0,0139	0,0142	0,0144	0,0147	0,0149
36	0,0163	0,0166	0,0169	0,0172	0,0175
37	0,0186	0,0190	0,0194	0,0197	0,0201
38	0,0210	0,0214	0,0218	0,0222	0,0226
39	0,0234	0,0239	0,0243	0,0247	0,0252
40	0,0258	0,0263	0,0268	0,0273	0,0278

auf

auf den Gefrierpunkt.

F	29",0	29",5	30"	30",5	31"
0	+0",0760	+0,0773	+0,0786	+0,0799	+0,0812
1	0,0734	0,0747	0,0759	0,0772	0,0785
2	0,0708	0,0720	0,0732	0,0744	0,0757
3	0,0682	0,0694	0,0705	0,0717	0,0729
4	0,0656	0,0667	0,0678	0,0690	0,0701
5	0,0630	0,0641	0,0651	0,0662	0,0673
6	0,0604	0,0614	0,0624	0,0635	0,0645
7	0,0578	0,0587	0,0598	0,0608	0,0617
8	0,0552	0,0561	0,0571	0,0580	0,0590
9	0,0526	0,0534	0,0544	0,0553	0,0562
10	0,0499	0,0508	0,0517	0,0525	0,0534
11	0,0473	0,0481	0,0490	0,0498	0,0506
12	0,0447	0,0455	0,0463	0,0470	0,0478
13	0,0421	0,0428	0,0436	0,0443	0,0450
14	0,0392	0,0402	0,0409	0,0416	0,0422
15	0,0369	0,0375	0,0382	0,0388	0,0395
16	0,0343	0,0349	0,0355	0,0361	0,0367
17	0,0317	0,0322	0,0328	0,0333	0,0339
18	0,0291	0,0296	0,0301	0,0306	0,0311
19	0,0265	0,0269	0,0274	0,0279	0,0283
20	0,0239	0,0243	0,0247	0,0251	0,0255
21	0,0213	0,0216	0,0220	0,0224	0,0228
22	0,0187	0,0190	0,0193	0,0196	0,0200
23	0,0161	0,0163	0,0166	0,0169	0,0172
24	0,0135	0,0137	0,0139	0,0142	0,0144
25	0,0109	0,0110	0,0112	0,0114	0,0116
26	0,0083	0,0084	0,0085	0,0087	0,0088
27	0,0056	0,0057	0,0058	0,0059	0,0060
28	0,0031	0,0031	0,0031	0,0032	0,0033
29	+0,0004	+0,0004	+0,0005	+0,0005	+0,0005
30	−0,0022	−0,0022	−0,0022	−0,0023	−0,0023
31	0,0048	0,0049	0,0049	0,0050	0,0051
32	0,0074	0,0075	0,0076	0,0078	0,0079
33	0,0100	0,0102	0,0103	0,0105	0,0107
34	0,0126	0,0128	0,0130	0,0132	0,0135
35	0,0152	0,0155	0,0157	0,0160	0,0162
36	0,0178	0,0181	0,0184	0,0187	0,0190
37	0,0204	0,0208	0,0211	0,0215	0,0218
38	0,0230	0,0234	0,0238	0,0242	0,0246
39	0,0256	0,0261	0,0265	0,0269	0,0274
40	0,0282	0,0287	0,0292	0,0297	0,0302

Reduction des englischen Barometers

F	26″,5	27″,0	27″,5	28″,0	28″,5
41	—0″,0282	—0,0287	—0,0292	—0,0298	—0,0303
42	0,0306	0,0311	0,0317	0,0323	0,0329
43	0,0329	0,0335	0,0342	0,0348	0,0354
44	0,0353	0,0360	0,0367	0,0373	0,0380
45	0,0377	0,0384	0,0391	0,0398	0,0406
46	0,0401	0,0408	0,0416	0,0424	0,0431
47	0,0425	0,0432	0,0441	0,0449	0,0457
48	0,0448	0,0457	0,0465	0,0474	0,0482
49	0,0472	0,0481	0,0490	0,0499	0,0508
50	0,0496	0,0505	0,0515	0,0524	0,0534
51	0,0520	0,0529	0,0540	0,0549	0,0559
52	0,0544	0,0554	0,0564	0,0575	0,0585
53	0,0567	0,0578	0,0589	0,0600	0,0610
54	0,0591	0,0602	0,0614	0,0625	0,0636
55	0,0615	0,0627	0,0638	0,0650	0,0662
56	0,0639	0,0651	0,0663	0,0675	0,0687
57	0,0663	0,0675	0,0688	0,0700	0,0713
58	0,0686	0,0699	0,0713	0,0726	0,0739
59	0,0710	0,0724	0,0737	0,0751	0,0764
60	0,0734	0,0748	0,0762	0,0776	0,0790
61	0,0758	0,0772	0,0787	0,0801	0,0815
62	0,0782	0,0796	0,0811	0,0826	0,0841
63	0,0806	0,0821	0,0836	0,0851	0,0867
64	0,0829	0,0845	0,0861	0,0876	0,0892
65	0,0853	0,0869	0,0885	0,0902	0,0918
66	0,0877	0,0893	0,0910	0,0927	0,0943
67	0,0901	0,0918	0,0935	0,0952	0,0969
68	0,0925	0,0942	0,0960	0,0977	0,0995
69	0,0948	0,0966	0,0984	0,1002	0,1020
70	0,0972	0,0990	0,1009	0,1027	0,1046
71	0,0996	0,1015	0,1034	0,1053	0,1071
72	0,1020	0,1039	0,1058	0,1078	0,1097
73	0,1044	0,1063	0,1083	0,1103	0,1122
74	0,1067	0,1087	0,1108	0,1128	0,1148
75	0,1091	0,1112	0,1133	0,1153	0,1174
76	0,1115	0,1136	0,1157	0,1178	0,1199
77	0,1139	0,1160	0,1182	0,1204	0,1225
78	0,1163	0,1185	0,1207	0,1229	0,1251
79	0,1187	0,1209	0,1231	0,1254	0,1276
80	0,1210	0,1233	0,1256	0,1279	0,1302
81	0,1234	0,1257	0,1281	0,1304	0,1328
82	—0,1258	—0,1282	—0,1305	—0,1329	—0,1353

auf den Gefrierpunkt.

F	29",0	29",5	30"	30",5	31"
41	—0,0308	—0,0314	—0,0319	—0,0324	—0,0329
42	0,0334	0,0340	0,0346	0,0352	0,0357
43	0,0360	0,0367	0,0373	0,0379	0,0385
44	0,0386	0,0393	0,0400	0,0406	0,0413
45	0,0413	0,0420	0,0427	0,0434	0,0441
46	0,0438	0,0446	0,0454	0,0461	0,0469
47	0,0464	0,0473	0,0481	0,0489	0,0497
48	0,0490	0,0499	0,0508	0,0516	0,0524
49	0,0517	0,0526	0,0535	0,0543	0,0552
50	0,0543	0,0552	0,0562	0,0571	0,0580
51	0,0569	0,0579	0,0588	0,0598	0,0608
52	0,0595	0,0605	0,0615	0,0626	0,0636
53	0,0621	0,0632	0,0642	0,0653	0,0664
54	0,0647	0,0658	0,0669	0,0680	0,0692
55	0,0673	0,0685	0,0696	0,0708	0,0719
56	0,0699	0,0712	0,0723	0,0735	0,0747
57	0,0725	0,0738	0,0750	0,0763	0,0775
58	0,0751	0,0765	0,0777	0,0790	0,0803
59	0,0778	0,0791	0,0804	0,0817	0,0831
60	0,0804	0,0818	0,0831	0,0845	0,0859
61	0,0830	0,0844	0,0858	0,0872	0,0886
62	0,0856	0,0871	0,0885	0,0900	0,0914
63	0,0882	0,0897	0,0912	0,0927	0,0942
64	0,0908	0,0924	0,0939	0,0954	0,0970
65	0,0934	0,0950	0,0966	0,0982	0,0998
66	0,0960	0,0977	0,0993	0,1009	0,1026
67	0,0986	0,1003	0,1020	0,1037	0,1054
68	0,1012	0,1030	0,1047	0,1064	0,1081
69	0,1038	0,1056	0,1074	0,1091	0,1109
70	0,1064	0,1083	0,1101	0,1119	0,1137
1	0,1090	0,1109	0,1127	0,1146	0,1165
2	0,1116	0,1136	0,1154	0,1174	0,1193
3	0,1142	0,1162	0,1181	0,1201	0,1221
4	0,1168	0,1189	0,1208	0,1228	0,1249
5	0,1194	0,1215	0,1235	0,1256	0,1276
5	0,1220	0,1242	0,1262	0,1283	0,1304
7	0,1246	0,1268	0,1289	0,1311	0,1332
3	0,1272	0,1295	0,1316	0,1338	0,1360
[illegible]	0,1298	0,1321	0,1343	0,1365	0,1388
[illegible]	0,1325	0,1348	0,1370	0,1393	0,1416
	0,1351	0,1374	0,1397	0,1420	0,1443
	—0,1377	—0,1400	—0,1424	—0,1448	—0,1471

Der Gebrauch dieser Tafeln ist sehr einfach. Wäre der Barometerstand 335''',0 par. und stände das Barometer auf 11°,0 R, so sucht man die Größe auf, welche zu der Verticalspalte von 335''' und der Horizontalspalte von 11° gehört, diese ist — 0''',85, und der auf 0° reducirte Barometerstand ist 335''',00 — 0''',85 = 334''',15. Ist der unmittelbar beobachtete Barometer- und Thermometerstand nicht in der Tafel, so kann man durch eine leichte Interpolation die Correction berechnen. Gesetzt, der Barometerstand wäre 337''',84, der des Thermometers 20°,4. Wäre die Temperatur des Quecksilbers genau 20°, so wäre die Größe der Reduction — 1''',4 für 335''', — 1''',48 für 340''', also — 1''',47 für 337''',84. Wenn das Thermometer bei einem Barometerstande von 335''' von 20° bis 21° steigt, so wächst die Größe der Reduction von 1''',46 bis 1''',53, also um 0''',07 für 1°, und 0''',03 für 0°,4; diese Größe zu 1''',47 addirt giebt — 1''',51 als Reduction, und der Barometerstand ist 337''',84 — 1''',51 = 336''',33. Diese Interpolation ist so einfach, daß sie sich bei einiger Uebung mit der größten Leichtigkeit im Kopfe vornehmen läßt. Sollte jemand noch diese Interpolation für beschwerlich halten, so genügt es, wenn er in der Tafel stets diejenigen Größen nimmt, welche dem von ihm beobachteten Barometer- und Thermometerstande zunächst liegen. Der größte Fehler, welcher auf diese Art bei einer einzigen Beobachtung begangen wird, steigt kaum bis zu 0''',05; da man aber stets denjenigen ganzen Grad des Thermometers nimmt, welcher dem beobachteten zunächst liegt, so wird die Größe der Reduction bald etwas zu groß, bald etwas zu klein, und der begangene Fehler verschwindet also bei einer größern Zahl von Beobachtungen.

Ganz auf dieselbe Art werden die Tafeln für die beiden andern Barometerscalen gebraucht. Ich habe jedoch bei der metrischen Scale die Größe der Reduction für die positiven und negativen Grade als gleich angesehen, was hier ohne großen Fehler erlaubt ist. Wäre der Barometerstand 780^{mm}, der Thermometerstand — 20° C, so giebt die obige Tafel als Größe der Reduction + 2^{mm}53, eine genaue Berechnung + 2^{mm}51; die Differenz beider verdient kaum Beachtung.

auf den Gefrierpunkt.

F	29'' 0	29'',5	30''	30'',5	31''
41	—0,0308	—0,0314	—0,0319	—0,0324	—0,0329
42	0,0334	0,0340	0,0346	0,0352	0,0357
43	0,0360	0,0367	0,0373	0,0379	0,0385
44	0,0386	0,0393	0,0400	0,0406	0,0413
45	0,0413	0,0420	0,0427	0,0434	0,0441
46	0,0438	0,0446	0,0454	0,0461	0,0469
47	0,0464	0,0473	0,0481	0,0489	0,0497
48	0,0490	0,0499	0,0508	0,0516	0,0524
49	0,0517	0,0526	0,0535	0,0543	0,0552
50	0,0543	0,0552	0,0562	0,0571	0,0580
51	0,0569	0,0579	0,0588	0,0598	0,0608
52	0,0595	0,0605	0,0615	0,0626	0,0636
53	0,0621	0,0632	0,0642	0,0653	0,0664
54	0,0647	0,0658	0,0669	0,0680	0,0692
55	0,0673	0,0685	0,0696	0,0708	0,0719
56	0,0699	0,0712	0,0723	0,0735	0,0747
57	0,0725	0,0738	0,0750	0,0763	0,0775
58	0,0751	0,0765	0,0777	0,0790	0,0803
59	0,0778	0,0791	0,0804	0,0817	0,0831
60	0,0804	0,0818	0,0831	0,0845	0,0859
61	0,0830	0,0844	0,0858	0,0872	0,0886
62	0,0856	0,0871	0,0885	0,0900	0,0914
63	0,0882	0,0897	0,0912	0,0927	0,0942
64	0,0908	0,0924	0,0939	0,0954	0,0970
65	0,0934	0,0950	0,0966	0,0982	0,0998
66	0,0960	0,0977	0,0993	0,1009	0,1026
67	0,0986	0,1003	0,1020	0,1037	0,1054
68	0,1012	0,1030	0,1047	0,1064	0,1081
69	0,1038	0,1056	0,1074	0,1091	0,1109
70	0,1064	0,1083	0,1101	0,1119	0,1137
71	0,1090	0,1109	0,1127	0,1146	0,1165
72	0,1116	0,1136	0,1154	0,1174	0,1193
73	0,1142	0,1162	0,1181	0,1201	0,1221
74	0,1168	0,1189	0,1208	0,1228	0,1249
75	0,1194	0,1215	0,1235	0,1256	0,1276
76	0,1220	0,1242	0,1262	0,1283	0,1304
77	0,1246	0,1268	0,1289	0,1311	0,1332
78	0,1272	0,1295	0,1316	0,1338	0,1360
79	0,1298	0,1321	0,1343	0,1365	0,1388
80	0,1325	0,1348	0,1370	0,1393	0,1416
81	0,1351	0,1374	0,1397	0,1420	0,1443
82	—0,1377	—0,1400	—0,1424	—0,1448	—0,1471

Als Bouguer, la Condamine und Godin im J. 1735 nach America gingen, scheinen sie nichts von diesen Schwankungen gewußt zu haben. Daher geben Bouguer [43]) und la Condamine [44]) ihren Begleiter Godin für den Entdecker aus, wie dieses auch ziemlich allgemein angenommen wird [45]).

Viele Reisende haben dieses Phänomen in der Folge besonders zwischen den Wendekreisen untersucht; so Thibault de Chanvalon im J. 1751 auf Martinique [46]), Mutis seit 1761 in Santa Fé de Bogota [47]); Alzate in Mexico [48]). Die Wendestunden, welche verschiedene Reisende angeben, weichen mehr oder weniger von einander ab, besonders deshalb, weil die Beobachtungen nicht stündlich angestellt wurden. Eine Reihe stündlicher Messungen machten im Jahre 1785 Lamanon und Mongès auf der Reise von la Pérouse zwischen 1° N und 1° S auf dem atlantischen Meere [49]).

Schon etwas früher hatte Chiminello behauptet, daß sich dasselbe Phänomen auch in Europa zeige. Er bestimmte nach den Beobachtungen, welche er 1778, 1779 und 1780 zu Padua gemacht hatte, die Wendestunden fast eben so, als man sie zwischen den Wendekreisen gefunden hatte. Außerdem geht aus seinen Beobachtungen aufs bestimmteste die Abhängigkeit der Wendestunden von den Jahreszeiten hervor, indem die beiden Extreme am Tage im Winter näher am Mittage liegen, als im Sommer [50]).

Um dieselbe Zeit, wo Lamanon und Mongès ihre Untersuchungen anstellten, erkannte im J. 1784 oder 1785 Trail

---

43) Bouguer Figure de la terre p. XXXIX.

44) Condamine Voy. à l'équateur p. 50 u. 109. und Voy. à la rivière des Amazones p. 23.

45) Arago in Ann. de Ch. XXV, 335. Coutelle Descr. de l'Eg. XIX, 457 Anm. Muncke in Gehler's Wörterb. N. A. I, 923.

46) Voyage à la Martinique p. 185 bei Humboldt l. l. p. 373.

47) Humboldt l. l. p. 375.

48) Cotte Mém. II, 304.

49) la Pérouse Voyage IV, 257.

50) Ephem. Soc. Met. Pal. 1784. p. 230. Schweigger Jahrb. N. R. XVII, 154.

n Calcutta Spuren dieser Periodicität, sah jedoch nur, daß das Barometer um etwa 21^h höher stehe, als zur Zeit des Sonnenaufganges [51]). Erst 1794 stellte derselbe in Gemeinschaft mit Farquhar, Pearce und Balfour, einen ganzen Monat hindurch von halber zu halber Stunde Beobachtungen an [52]).

Niemand hat diesen Gegenstand mit so viel Umsicht und Ausdauer verfolgt, als Humboldt. Sogleich nach seiner Ankunft in Cumana untersuchte er dieses Phänomen, um dadurch die Fehler kennen zu lernen, welche er bei den Höhenmessen mit dem Barometer begehen könnte. Beobachtungen, welche fast stündlich angestellt wurden, zeigten dieses Gesetz schon nach einigen Tagen. In der Folge wurden die Messungen an vielen Orten wiederholt. Bald nach seiner Rückkehr theilte er den Physikern die Resultate seiner Untersuchungen mit [53]), und es war dieses eine der ersten und wichtigsten Bereicherungen der Meteorologie, welche wir dieser Reise verdanken. Die Wendestunden waren darnach 4^h, 11^h, 16^h und 21^h. In der Folge theilte er alle von ihm und Andern angestellten Messungen mit [54]).

Durch Humboldt's Arbeiten wurden die Physiker auf diesen Gegenstand aufmerksamer, und es wurden in der Folge in verschiedenen Gegenden Messungen dieser Art angestellt. Namentlich thaten dieses Horsburgh an den Küsten von China und Ostindien, Kater auf dem Plateau von Mysore, Horner und Langsdorf zwischen den Wendekreisen auf dem großen Oceane, Eschwege in Brasilien, Sabine an den Küsten Africa's, Simonoff auf dem großen Oceane, Boussingault und Rivero an verschiedenen Punkten America's, Duperrey und Freycinet auf ihren Reisen um die Welt.

Auch außerhalb der Wendekreise wurde die Zahl der Messungen größer, da die ältern Arbeiten von van Swinden, Hemmer, Planer nicht genügten, die von Chiminello nicht bekannt zu seyn scheinen. Namentlich war es Ra-

51) Asiatic res. 4. Calcutta 1790. II, 442.

52) Asiat. res. 8. London 1807. IV, 190.

53) Tableau physique p. 90.

54) Humboldt Voyage X, 330 fg. und Schweigger Jahrb. N. R. XVI, 438.

mond, welcher zuerst den Gegenstand mit hinreichender Ausdauer verfolgte; später stellte Bouvard seine Beobachtungen auf der Pariser Sternwarte zu den Wendestunden an. Mehrmals am Tage gemachte Aufzeichnungen, welche uns den Einfluß der Jahreszeiten und andere Umstände mit Leichtigkeit erkennen ließen, sind bis jetzt in höhern Breiten nur in geringer Zahl vorhanden. Ich kenne nur die Arbeiten von Rouet in Cairo, von v. Yelin in München, von Chiminello in Padua und von Hällström in Abo [55]). Ich habe seit dem 1sten Januar 1827 das Barometer etwa von 6 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends fast stündlich beobachtet [56]), jede Aufzeichnung wurde auf 0° R. reducirt. In diesem ganzen Zeitraume von $4\frac{1}{2}$ Jahren, in welchem nur wenige Monate fehlen, war kein einziger Monat, welcher diese Periodicität nicht mehr oder weniger bestimmt gezeigt hätte; bei der Zusammenstellung von 10 zu 10 Tagen sind mir nur etwa drei Decaden vorgekommen, welche ganz anomal schienen, aber genauere Untersuchungen ließen auch hier noch diese regelmäßige Bewegung des Quecksilbers erkennen. Sank nämlich das Barometer im Allgemeinen, so geschah es weit langsamer zu der Zeit, wo es nach der Regel hätte steigen sollen. Die einzige bedeutende Anomalie in vielen Decaden zeigten die Wendestunden, indem diese oft mehrere Stunden früher oder später eintraten, als im Mittel vieler Beobachtungen.

Die Existenz dieser Oscillation ist gegenwärtig an allen Orten erwiesen, wo man eine hinreichende Zahl von Beobachtungen angestellt hat. Eine jede Arbeit, deren Zweck es ist, zu beweisen, daß diese periodische Bewegung vorhanden sey, ist wenigstens in niedern und mittlern Breiten und in geringer Höhe über dem Meere fruchtlos und kommt einige Jahrzehende zu spät. Alles, was jetzt zu thun ist, besteht in der genauern Untersuchung dieses Ganges, in der möglichst scharfen Fixirung der Wendestunden und des Unterschieds zwischen den Extremen. Dazu aber ist eine größere Zahl von Beobachtungen am Tage erforderlich (etwa 18^h, 22^h, 0^h, 4^h, 10^h, wenn man nicht noch mehrere anstellen will).

---

55) Eine Reihe trefflicher Beobachtungen von R. Brandes in Salzuffeln ist zur Zeit noch nicht bekannt gemacht.

56) Das benutzte Heberbarometer war von Pistor No. 54.

Will man nur die Erscheinungen kennen lernen, welche sich im Durchschnitte eines ganzen Jahres zeigen, so genügt es, den Stand des Barometers nur ein einziges Jahr sehr sorgfältig zu beobachten; soll aber auch die Abhängigkeit dieses Phänomens von den Jahreszeiten genau angegeben werden, so scheinen 4½jährige Beobachtungen für Halle noch nicht zu genügen.

Beschäftigt sich ein einziger Physiker mit Anstellung stündlicher Beobachtungen, so wird von selbst begreiflich, daß wenigstens in der Nacht der Stand unbekannt seyn müsse. Selbst am Tage werden mehrere Beobachtungen fehlen, wofern der Meteorolog nicht Sklave seines Instrumentes werden will. In unsern Breiten, wo das Barometer sich mehr oder weniger unregelmäßig ändert, dürfen diese fehlenden Stände nicht unberücksichtigt bleiben, sie müssen vielmehr durch Interpolation ergänzt werden[57]. Sind die Messungen nur zur Zeit der Wendestunden angestellt, so kann man ohne großen Fehler die fehlenden Glieder dadurch finden, daß man sie als Glieder einer arithmetischen Reihe der ersten Ordnung ansieht. Hätte man also um 23 Uhr und 2 Uhr respective die Barometerstände 335''',43 und 335''',04 gefunden, so ändert sich hier die Höhe des Quecksilbers in 3 Stunden um 335''',43 — 335''',04 = 0''',39, stündlich also um 0''',13, und es wäre der Barometerstand um 0^h 335''',43 — 0''',13 = 335''',30, um 1^h 335''',30 — 0''',13 = 335''',17.

Werden an einem Orte zuerst Messungen dieser Art angestellt, so bleibt dem Beobachter kaum ein anderes Interpolationsverfahren übrig, wofern er nicht die an benachbarten Orten gefundenen Resultate benutzen will, es muß dabei nur dafür gesorgt werden, daß die Messungen zur Zeit der Extreme angestellt werden. Hat man aber bereits den Gang des Barometers an einem Orte durch frühere Aufzeichnungen bestimmt, so kann man ein Verfahren anwenden, welches Resultate liefert, die sich im Mittel einer größern Zahl von Beobachtungen wenig von der Wahrheit entfernen. Die Aenderung, welche die Höhe des Quecksilbers zwischen zwei beliebigen Stunden erleidet, kann als aus zwei Theilen be-

57) Mehrere Anomalieen, welche v. Yelin in München fand, haben ihren Grund darin, daß er fehlende Beobachtungen nicht durch Interpolation ergänzte.

stehend angesehen werden, der regelmäßigen Bewegung und der unregelmäßigen Schwankung. Die algebraische Summe aller unregelmäßigen Oscillationen in einer längern Zeit kann als Null angesehen werden, da der mittlere Barometerstand, wie wir in der Folge sehen werden, constant ist. Dieses ist aber mit der regelmäßigen Bewegung des Quecksilbers zwischen zwei Stunden nicht der Fall. Wir müssen demnach die Interpolation so vornehmen, daß im Mittel einer großen Zahl von Beobachtungen die regelmäßige Periode hervortritt und die unregelmäßigen Schwankungen ganz verschwinden. Ich habe daher angenommen, daß die unregelmäßigen Bewegungen eine arithmetische Reihe erster Ordnung bildeten. Gesetzt, ich hätte um 22^h und 2^h beobachtet, und es sollten die fehlenden Zwischenbeobachtungen durch Interpolation ergänzt werden, so subtrahire ich die mittlern Stände um 22^h und 2^h von den durch Beobachtung gefundeuen, die beiden Differenzen geben dann den Einfluß der unregelmäßigen Schwankungen. Der Hypothese zufolge sehe ich diese Differenzen als eine arithmetische Reihe der ersten Ordnung bildend an, bestimme darnach die Differenz für jede der fehlenden Stunden und addire diese zu den durch das Mittel der früheren Beobachtungen erhaltenen Größe. Gesetzt, im April wären in Halle um 22^h und 2^h respective die Barometerstände 337''',52 und 336''',94 gefunden. Fünfjährige Messungen geben als mittlern Stand in diesem Monate 332''',682 um 22^h und 332''',473 um 2^h. Werden die Differenzen zwischen denselben Stunden aufgesucht, so erhalten wir

22^h beob.	337''',520	2^h beob.	336''',940
Mittel	332,682	Mittel	332,473
Untersch.	+ 4,838	Untersch.	+ 4,467

Das Intervall beträgt vier Stunden, in dieser Zeit ändert sich die Größe der unregelmäßigen Oscillation um 4''',838 — 4''',467 = 0''',371, stündlich also um 0''',093, sie ist also um

$$23^h = 4''',838 - 0''',093 = 4''',745$$
$$0^h = 4,745 - 0,093 = 4,652$$
$$1^h = 4,652 - 0,093 = 4,559$$

Addiren wir diese Größen zu den durch die frühern Messungen gegebenen mittlern Barometerhöhen, so werden diese

um $23^h = 332''',660 + 4''',745 = 337''',40$
$0^h = 332,602 + 4,652 = 337,25$
$1^h = 332,545 + 4,559 = 337,10$

In einem einzelnen Falle können die interpolirten Größen freilich mehr oder weniger von denen abweichen, welche durch directe Beobachtungen gefunden seyn würden, aber im Mittel vieler Beobachtungen wird diese Differenz verschwinden. Es ist hiebei nicht nöthig, so gewissenhaft dafür zu sorgen, daß man wenigstens genau zu den Wendestunden beobachte. Hat man in der ersten Zeit nach dem zuerst gedachten Verfahren interpolirt, so kann man in der Folge mit Hülfe des allgemeinen Mittels die Interpolation der frühern Aufzeichnungen nach der zweiten Methode nochmals wiederholen, das Resultat wird dann offenbar richtiger seyn. — Eben dieses Verfahren habe ich bei den Messungen zwischen den Wendekreisen angewendet.

Um die in den Beobachtungen noch vorhandenen Anomalieen zu entfernen, und die Wendestunden nebst den entsprechenden Extremen zu bestimmen, kann man eine möglichst regelmäßige Curve ziehen, deren Abscissen die Stunden und deren Ordinaten die zugehörigen Barometerhöhen sind. Um die fast allenthalben in höhern Breiten fehlenden Nachtbeobachtungen zu erhalten, ist die Construction solcher Curve das einfachste Mittel. Sicherer erhält man den Gang, wenn man den Ausdruck

$$B_n = B + a \sin (n . 15^\circ + v) + a' \sin (n . 30 + v')$$
$$+ a'' \sin (n . 45^\circ v'') + \ldots$$

auf dieses Problem anwendet, wie dieses zuerst Hällström gethan hat [58]). Hier ist B_n der der nten Stunde (vom Mittage an gerechnet) entsprechende Barometerstand B, a', a'' .... v, v', v'' .... sind constante Coefficienten und Hülfswinkel. Hällström hat auf diese Art den Gang des atmosphärischen Druckes an verschiedenen Orten bestimmt; ehe seine zweite Abhandlung erschien, hatte ich die von Humboldt mitgetheilten Messungen [59]) durch denselben Ausdruck dargestellt; die von mir erhaltenen, im Folgenden mitgetheilten Resultate weichen etwas

---

58) Poggendorff's Annalen VIII, 144.
59) Humboldt Voyage X, 334.

von den Hällströmschen ab. — Wenn man diesen Ausdruck auf Beobachtungen zwischen den Wendekreisen oder auf das jährliche Mittel in höheren Breiten anwendet, so genügt die Gleichung

$$B_n = B + a \sin (n \cdot 15^\circ + v) + a' \sin (n \cdot 15^\circ + v');$$

soll jedoch die atmosphärische Ebbe in höheren Breiten in einzelnen Monaten dadurch gefunden werden, so sieht man sich wenigstens um die Zeit der Solstitien genöthigt, noch das folgende Glied auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens zu nehmen.

Um dieselbe Zeit, wo Hällström seine Untersuchung anstellte, gab Bouvard eine ähnliche Formel [60]). Ist B_n der Barometerstand zur nten Stunde, B_0 der zur Zeit des Mittags; ist s der der nten Stunde entsprechende Stundenwinkel der Sonne vom Mittage an gerechnet, und sind a, b, c .... constante Coefficienten, m, n, p .... constante Hülfsmittel, so wird

$$B_n - B_0 = a \sin (s + m) + b \sin (2s + n)$$
$$+ c \sin (3s + p) + \ldots\ldots$$

Hat man stündliche Beobachtungen, so wird bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate B in dem von uns benutzten Ausdrucke gleich dem arithmetischen Mittel aller Aufzeichnungen, und diese Größe entfernt sich so wenig von dem wahren Mittel, daß wir beide für identisch ansehen wollen. Wie wenig beide Größen von einander abweichen, möge folgendes Beispiel zeigen. Haben wir die Constanten unseres Ausdruckes entwickelt und suchen sodann den Flächeninhalt der Curve auf, so ist dieser gleich dem wahren Mittel; nehmen wir die Länge des Tages als Einheit an, so wird dieses

$$B - \frac{1}{360} a \cos. v - \frac{1}{720} a' \cos v'.$$

An wenigen Orten erreichen die Oscillationen eine so bedeutende Größe, als in Carracas. Die sogleich mitzutheilenden Messungen von Humboldt geben die Gleichung

$$B_n = 302''',3433 + 0,2131 \sin (n \cdot 15^\circ + 171^\circ 46')$$
$$+ 0,4697 \sin (n \cdot 30^\circ + 152^\circ 33')$$

Durch Quadratur der Curve erhalten wir als Mittel 302''',3445; das arithmetische Mittel 302''',3433 weicht davon nur um 0''',0012 ab.

60) ... XLI, 276.

Bei Bestimmung der Größe dieser Oscillationen nehmen die meisten Physiker den Unterschied zwischen dem Maximum am Morgen und dem Minimum am Abend, Andere, wie Hällström, den Unterschied zwischen dem höchsten Maximum und dem niedrigsten Minimum. Am zweckmäßigsten würde es unstreitig seyn, die Curve vermittelst der gefundenen Gleichung zu rectificiren. Ich habe stets das Mittel der beiden Maxima und das der beiden Minima genommen und ihre Differenz der Vergleichung zum Grunde gelegt.

In der folgenden Tafel sind die mir bekannten Messungen mitgetheilt und größtentheils auf 0° R reducirt:

	Atlantisches Meer [61])	Großer Ocean [62])	Popayan [63])	Ibague [64])
Breite	0° N	0°	2° 26′ N	4° 28′ N
Höhe	0	0	911ᵗ	703ᵗ
0^h	336‴,549	333‴,514	274‴,195	292‴,092
1	6,185	3,296	3,934	1,903
2	5,869	3,154	3,680	1,691
3	5,736	2,985	3,593	1,508
4	5,699	2,924	3,478	1,488
5	5,773	3,053	3,540	1,573
6	5,941	3,225	3,699	1,701
7	6,621	3,320	3,919	1,920
8	6,647	3,510	4,146	2,152
9	6,797	3,686	4,338	2,226
10	6,839	3,733	4,443	2,373
11	6,766	3,738	4,383	2,347
12	6,614	3,560	4,250	2,220
13	6,303	3,443	4,060	1,972
14	5,815	3,256	3,768	1,790
15	5,853	3,189	3,732	1,673
16	5,642	3,054	3,690	1,658
17	5,642	3,199	3,755	1,797
18	5,884	3,338	3,911	1,934
19	5,960	3,564	4,189	2,150
20	6,626	3,775	4,305	2,393
21	7,039	3,870	4,401	2,515
22	7,139	3,864	4,417	2,478
23	6,844	3,712	4,346	2,326

61) Lamanon und Mongès auf la Pérouse's Reise in la Pérouse Voyage IV, 292. Vom 28sten Septbr. um 16h bis zum 1sten Octbr. um 18h. Die Messungen habe ich nur als historisch wichtig mitgetheilt, das Resultat hat einen geringen Werth, da in den Messungen Unregelmäßigkeiten vorhanden sind. Denn am 28sten Septbr. um 16h, wo die Messungen anfingen, stand das auf 0° reducirte Barometer auf 29″,762 engl., am 1sten Octbr. um 18h, wo sie aufhörten, auf 29″,864, während beide Größen nahe gleich seyn sollten.

62) Horner und Langsdorff, Krusenstern's Reise III, 154 vom 5ten Mai bis 8ten Junius, zwischen 9° 8′ S und 10° 0′ N, stündlich beobachtet.

63) Caldas vom 10ten Mai um 3h bis zum 22sten um 10h bei Humboldt Voyage T. X. Tafel X.

64) Humboldt vom 23sten Septbr. um 0h bis zum 27sten um 4h.

	Sta. Fé de Bogota [65])	Payta [66])	Sierra Leone [67])	Cumana [68])
Breite	4° 36′ N	5° 6′ S	8° 30′ N	10° 28′ N
Höhe	1366[t]	0	0	0
0^h	248‴,436	335‴,920	334‴,540	335‴,384
1	8,188	5,634	4,578	5,123
2	7,922	5,264	4,137	4,898
3	7,755	5,063	4,061	4,753
4	7,706	5,083	3,983	4,674
5	7,742	5,144	4,025	4,755
6	7,886	5,253	4,130	4,876
7	8,103	5,528	4,312	5,052
8	8,326	5,828	4,511	5,225
9	8,513	6,053	4,651	5,395
10	8,600	6,321	4,764	5,519
11	8,513	6,540	4,747	5,645
12	8,389	6,395	4,648	5,514
13	8,206	6,308	4,492	5,365
14	8,034	6,180	4,331	5,224
15	7,929	6,024	4,209	5,083
16	7,899	6,060	4,161	4,983
17	8,037	6,215	4,200	5,041
18	8,234	6,397	4,316	5,213
19	8,474	6,477	4,515	5,390
20	8,689	6,494	4,634	5,566
21	8,847	6,550	4,714	5,716
22	8,737	6,496	4,771	5,718
23	8,635	6,188	4,718	5,577

65) **Humboldt** Voyage X, 471 nach **Boussingault**.
66) 24 Stunden von **Duperrey** bei **Humboldt** Voyage X, 395.
67) **Sabine** bei **Daniell** Meteor. Ess. p. 252.
68) **Humboldt** in Voyage X, 384.

	Carracas 69)	la Guayra 70)	Callao 71)	Lima 72)
Breite	10° 31′ N	10° 36′ N	12° 3′ S	12° 3′ S
Höhe	480t	0	0	0
0h	302‴,515	336‴,644	335‴,889	328‴,614
1	2,244	6,420	5,640	8,289
2	1,996	6,199	5,533	8,094
3	1,828	6,071	5,447	8,013
4	1,709	6,041	5,308	7,947
5	1,813	6,060	5,366	8,149
6	1,958	6,194	5,661	8,445
7	2,157	6,417	5,761	8,808
8	2,364	6,643	5,957	9,090
9	2,529	6,765	6,091	9,275
10	2,627	6,874	6,131	9,351
11	2,648	6,899	6,186	9,286
12	2,575	6,746	5,889	9,054
13	2,420	6,616	5,781	8,823
14	2,211	6,484	5,550	8,614
15	2,051	6,377	5,456	8,508
16	2,017	6,318	5,380	8,552
17	2,064	6,394	5,550	8,676
18	2,274	6,603	5,832	8,913
19	2,596	6,879	6,122	9,206
20	2,811	7,122	6,209	9,361
21	3,044	7,185	6,297	9,530
22	2,996	7,121	6,143	9,466
23	2,791	6,896	6,023	9,015

Chili:

69) **Humboldt** in Voyage X, 364.

70) **Boussingault** und **Rivero** bei **Humboldt** Voyage X, 339.

71) **Humboldt** in Voyage X, 348.

72) Ibid. p. 345.

	Chittlesdroog [73])	Großer Ocean [74])	Taiti [75])	Großer Ocean [76])
Breite	14° 11′ N	16° S	17° 29′ S	18° N
Höhe	400ᵗ	0	0	0
0^h	308‴,198	335‴,086	337‴,592	335‴,458
1	8,040	4,788	7,375	5,317
2	7,878	4,574	7,171	5,199
3	7,692	4,461	7,184	5,072
4	7,594	4,399	7,150	4,952
5	7,749	4,476	7,300	5,070
6	7,949	4,604	7,339	5,165
7	8,085	4,779	7,481	5,306
8	8,317	4,911	7,583	5,462
9	8,387	5,084	7,707	5,625
10	8,472	5,156	7,693	5,719
11	8,441	5,071	7,565	5,744
12	8,468	5,001	7,534	5,666
13	8,183	4,912	7,419	5,518
14	7,983	4,793	7,291	5,327
15	7,872	4,667	7,117	5,262
16	7,736	4,656	7,215	5,229
17	7,772	4,605	7,291	5,340
18	7,836	4,684	7,512	5,539
19	7,925	4,924	7,703	5,640
20	8,143	5,080	8,022	5,754
21	8,345	5,250	8,088	5,773
22	8,370	5,303	8,031	5,828
23	8,323	5,103	7,835	5,737

73) Kater bei Humboldt Voyage X, 352.
74) Horner und Langsdorff bei Krusenstern l. l.
75) Simonoff in Zach Correspondance VIII, 551.
76) Horner und Langsdorff bei Krusenstern l. l.

	Mexico 77)	Calcutta 78)	Rio Janeiro 79)	Cairo 80)
Breite	19° 26′ N	22° 35′ N	22° 54′ S	30° 2′ N
Höhe	1168t	0	0	0
0^h	258‴,452	336‴,731	339‴,262	335‴,824
1	8,143	6,559		5,586
2	7,840	6,191	8,943	5,335
3	7,812	6,068		5,204
4	7,809	5,978	8,673	5,120
5	7,854	5,989		5,167
6	8,012	6,022	8,987	5,311
7	8,256	6,026		5,517
8	8,631	6,259	9,260	5,737
9	8,766	6,563		5,925
10	8,843	6,608	9,458	6,045
11	8,841	6,506		6,081
12	8,692	6,371	9,323	6,035
13	8,850	6,293		5,900
14	8,727	6,270	8,898	5,775
15	8,637	6,236		5,650
16	8,617	6,225	8,717	5,700
17	8,639	6,214		5,784
18	8,792	6,327	9,033	5,882
19	8,862	6,529		6,008
20	8,916	6,855	9,322	6,062
21	8,944	6,956		6,115
22	8,736	6,990	9,575	6,128
23	8,570	6,945		5,897

77) Humboldt in Voyage X, 368.
78) Balfour, Farqhuar u. Pearce in Asiat. res. IV, 190.
79) Dorta bei Humboldt Voyage X, 400.
80) Coutelle Descr. de l'Eg. XIX, 457.

	Padua [81])	München [82])	Halle [83])	Abo [84])
Breite	45° 24′ N	48° 8′ N	51° 29′ N	60° 57′ N
Höhe	0			
0h	335‴,583	318‴,503	333‴,970	336‴,598
1	5,511	8,433	3,903	6,587
2	5,430	8,385	3,848	6,580
3	5,372	8,356	3,810	6,572
4	5,341	8,359	3,784	6,572
5	5,335	8,382	3,785	6,578
6	5,356	8,431	3,812	6,590
7	5,414	8,472	3,857	6,612
8	5,485	8,511	3,905	6,634
9	5,542	8,541	3,941	6,656
10	5,583	8,548	3,968	6,670
11	5,585	8,546	3,962	6,669
12	5,578	8,503	3,936	6,643
13	5,531	8,449	3,899	6,607
14	5,503	8,392	3,866	6,567
15	5,478	8,345	3,845	6,523
16	5,460	8,321	3,848	6,492
17	5,463	8,329	3,877	6,476
18	5,483	8,367	3,921	6,478
19	5,523	8,398	3,971	6,495
20	5,580	8,460	4,014	6,526
21	5,615	8,518	4,045	6,554
22	5,638	8,562	4,058	6,587
23	5,607	8,545	4,014	6,605

81) Chiminello in Ephem. Soc. Met. Palat. 1784. p. 230.

82) Yelin Vers. u. Beob. üb. die Zamboni Säule. 4. München 1820.

83) 4½jährige Beobachtungen von mir.

84) Hällström in Poggendorff's Ann. VIII, 443.

Die in den vorstehenden Tafeln mitgetheilten Messungen geben folgende Gleichungen:

I. Atlantisches Meer, Breite 0°

$$B_n = 336''',262 + 0''',052 \sin (n.15^\circ + 93^\circ 58') + 0''',725 \sin (n.30 + 150^\circ 46')$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon''(B_n) = 0''',0820$.

II. Großer Ocean, Breite 0°

$$B_n = 333''',4151 + 0''',1051 \sin (n.15^\circ + 184^\circ 43') + 0''',3764 \sin (n.30 + 156^\circ 35')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0188.$$

III. Popayan, Breite 2° 26′ 17″ N

$$B_n = 274''',0072 + 0''',1024 \sin (n.15^\circ + 192^\circ 54') + 0''',4237 \sin (n.30^\circ + 152^\circ 49')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0,0210.$$

IV. Ibague, Breite 4° 27′ 45″ N

$$B_n = 291''',9950 + 0''',1098 \sin (n.15^\circ + 183^\circ 42') + 0''',4250 \sin (n.30^\circ + 157^\circ 26')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0245.$$

V. Sta. Fé de Bogota, Breite 4° 36′ N

$$B_n = 248''',2418 + 0''',1692 \sin (n.15^\circ + 169^\circ 1') + 0''',4409 \sin (n.30 + 156^\circ 59')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0150.$$

VI. Payta, Breite 5° 6′ S

$$B_n = 335''',9756 + 0''',5594 \sin (n.15^\circ + 203^\circ 2') + 0''',4129 \sin (n.30^\circ + 153^\circ 43')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0400.$$

VII. Sierra Leone, Breite 8° 30′ N

$$B_n = 334''',4145 + 0''',1066 \sin (n.15^\circ + 201^\circ 47') + 0''',3412 \sin (n.30^\circ + 147^\circ 40')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0125.$$

VIII. Cumana, Breite 10° 28′ N

$$B_n = 335''',2369 + 0''',1926 \sin (n.15^\circ + 192^\circ 59') + 0''',3886 \sin (n.30^\circ + 146^\circ 58')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0256.$$

IX. Carracas, Breite 10° 31′ N

$$B_n = 302''',3433 + 0''',2131 \sin(n.15^\circ + 171^\circ 46') + 0''',4697 \sin(n.30^\circ + 152^\circ 33')$$

$$s''(B_n) = 0''',0337.$$

X. la Guayra, Breite 10° 36′ N

$$B_n = 336''',5778 + 0''',2291 \sin(n.15^\circ + 181^\circ 18') + 0''',4114 \sin(n.30^\circ + 157^\circ 55')$$

$$s''(B_n) = 0''',0359.$$

XI. Callao, Breite 12° 3′ S

$$B_n = 335''',7959 + 0''',1035 \sin(n.15^\circ + 180^\circ 59') + 0''',4055 \sin(n.30^\circ + 163^\circ 49')$$

$$s''(B_n) = 0''',0410.$$

XII. Lima, Breite 12° 3′ S

$$B_n = 328''',7949 + 0''',3002 \sin(n.15^\circ + 212^\circ 33') + 0''',0896 \sin(n.30^\circ + 171^\circ 6')$$

$$s''(B_n) = 0''',0347.$$

XIII. Chittledroog, Breite 14° 11′ N

$$B_n = 308''',0733 + 0''',0897 \sin(n.15^\circ + 278^\circ 57') + 0''',3640 \sin(n.30 + 143^\circ 30')$$

$$s''(B_n) = 0''',0296.$$

XIV. Großer Ocean, Breite 16° S

$$B_n = 334''',8486 + 0''',1007 \sin(n.15^\circ + 186^\circ 23') + 0''',3423 \sin(n.30^\circ + 148^\circ 43')$$

$$s''(B_n) = 0''',0293.$$

XV. Taïti, Breite 17° 29′ S

$$B_n = 337''',5071 + 0''',1413 \sin(n.15^\circ + 142^\circ 40') + 0''',3603 \sin(n.30^\circ + 170^\circ 4')$$

$$s''(B_n) = 0''',0409.$$

XVI. Großer Ocean, 18° N

$$B_n = 336''',4459 + 0''',1598 \sin(n.15^\circ + 193^\circ 25') + 0''',3154 \sin(n.30 + 155^\circ 10')$$

$$s''(B_n) + 0''',0270.$$

XVII. Mexico, Breite 19° 26′ N

$$B_n = 258''',5100 + 0''',4268 \sin(n.15° + 213° 17') + 0''',3160 \sin(n.30° + 163° 10')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0395.$$

XVIII. Calcutta, Breite 22° 35′ N

$$B_n = 336''',4063 + 0''',2442 \sin(n.15° + 144° 24') + 0''',3409 \sin(n.30° + 147° 7')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0390.$$

XIX. Rio Janeiro, Breite 22° 54′ S

$$B_n = 339''',1209 + 0''',0324 \sin(n.15° + 153° 0') + 0''',3838 \sin(n.30° + 153° 41')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0297.$$

XX. Cairo, Breite 30° 2′ N

$$B_n = 335''',7411 + 0''',2840 \sin(n.15° + 201° 36') + 0''',3262 \sin(n.30° + 153° 11')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0178.$$

XXI. Padua, Breite 45° 24′ N

$$B_n = 335''',4997 + 0''',0620 \sin(n.15° + 183° 46') + 0''',1077 \sin(n.30° + 135° 59')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0074.$$

XXII. München, Breite 48° 8′ N

$$B_n = 318''',4440 + 0''',0079 \sin(n.15° + 341° 10') + 0''',1067 \sin(n.30° + 147° 44')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0109.$$

XXIII. Halle, Breite 51° 29′ N

$$B_n = 333''',9099 + 0''',0552 \sin(n.15° + 159° 56') + 0''',0932 \sin(n.30° + 155° 42')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0036.$$

XXIV. Abo, Breite 60° 57′ N

$$B_n = 336''',5781 + 0''',0580 \sin(n.15° + 339° 35') + 0''',0534 \sin(n.30° + 124° 11')$$

$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0025.$$

---

*) Nach Hällström's Berechnung, Barometer auf 16° R. reducirt.

Sind an vielen dieser Orte die Beobachtungen auch nicht hinreichend lange fortgesetzt, um alle Anomalieen zu entfernen, so zeigen doch alle die Existenz dieser Oscillation und Gesetze, welche mehr oder weniger übereinstimmen. Stellen wir zunächst die Wendestunden zusammen, so erhalten wir folgende in Decimaltheilen der Stunde ausgedrückte Momente.

Ort	Breite	Min.	Max.	Min.	Max.	Beobachter
Großer Ocean	0	3h,91	10h,02	15h,66	21h,55	Horner
Popayan	2. 26 N	3,98	10,13	15,[illegible]	21,71	Caldas
Ibague	4. 28 N	3,87	9,97	15,68	21,54	v. Humboldt
Sta. Fé de Bogota	4. 36 N	4,01	10,05	15,73	21,52	Boussingault
Payta	5. 6 S	3,82	11,04	15,70	20,60	Freycinet
Sierra Leone	8. 30 N	4,12	10,38	16,06	21,81	Sabine
Cumana	10. 28 N	4,26	10,58	15,97	21,68	v. Humboldt
Carracas	10. 31 N	4,07	10,37	15,77	21,59	v. Humboldt
La Guayra	10. 36 N	4,00	10,23	15,41	21,24	Boussingault
Callao	12. 3 S	3,70	9,77	15,42	21,40	v. Humboldt
Lima	12. 3 S	3,37	9,81	15,33	20,93	v. Humboldt
Madras	13. 4 N	5,38	10,07	16,10	22,12	Goldingham [1])
Chittledroog	14. 11 N	4,00	10,28	16,47	22,13	Kater
Großer Ocean	16° S	4,15	10,31	15,97	21,70	Horner
Taïti	17. 29 S	3,72	9,43	14,97	21,18	Simonoff
Großer Ocean	18. N	3,97	10,31	15,64	21,37	Horner
Mexico	19. 26 N	3,62	11,15	15,40	20,17	v. Humboldt
Calcutta	22. 35 N	4,67	10,45	15,42	21,84	Balfour
Rio Janeiro	22. 54 S	3,92	9,88	15,75	21,76	Dorta
Cairo	30. 2 N	4,00	10,75	15,92	21,19	Coutelle
Padua	45. 24 N	4,39	10,59	16,16	21,96	Chiminello
München	48. 8 N	4,01	10,03	16,07	22,13	v. Yelin
Halle	51. 29	4,20	10,18	15,37	21,50	Kämtz [2])
Abo	60. 27	4,05	10,15	17,38	23,87	Hällström

Eine Abhängigkeit der Wendestunden von den Breiten scheint hier nicht vorhanden zu seyn, da die Zeiten der Extreme in Halle wenigstens noch nahe eben so sind, als nach den Messungen von Horner und Langsdorff in der Nähe des Aequators. Nur Payta, Mexico und Abo zeigen etwas bedeutende Anomalieen, deshalb will ich diese ausschließen und das Mittel der Zeiten an den übrigen Orten nehmen. Dadurch erhalten wir

---

1) Berghaus Annalen, Octbr. 1828. S. 57. Am 10ten, 20sten und 30sten jedes Monats im J. 1830 beobachtet.

2) Hällström giebt nach Winckler's Beobachtungen in 44 Monaten 4h,18, 10h,63, 16h,77 und 22h,27.

Minimum um	$4^h,09$	= 4^h 5′
Maximum	10,18	= 10. 11
Minimum	15,75	= 15. 45
Maximum	21,62	= 21. 37

Will ein Beobachter die Oscillationen des Barometers durch wenige Messungen kennen lernen, so ist es am zweckmäßigsten, den Stand des Quecksilbers zu den eben angeführten Zeiten aufzuzeichnen. Es scheinen die Stunden 4^h, 10^h, 16^h und 22^h um so mehr zu empfehlen, da das arithmetische Mittel der um diese Zeit gefundenen Thermometerstände sich wenig von der mittlern Temperatur entfernt. Auf vielen meteorologischen Observatorien wird gegenwärtig das Barometer um 3^h, 9^h und 21^h beobachtet; nur die letztere Zeit kommt der Wahrheit ziemlich nahe, die beiden ersten Momente entfernen sich um mehr als eine Stunde von dem richtigen. Noch abweichender ist die Angabe von Flaugergues, indem nach den Messungen, welche er an 977 Tagen zu Viviers um 16^h, 21^h, 0^h, 3^h und 8^h anstellte, das Maximum um 20^h 28′ eintreffen soll [3]); jedenfalls beruht dieses anomale Resultat auf einer zu geringeu Zahl von Messungen, auch lassen sich gegen die Formel, welche Flaugergues der Berechnung zum Grunde legte, gegründete Einwendungen machen.

Die Wendestunden treffen wenigstens in mittlern Breiten im Laufe des Jahres nicht stets zu derselben Zeit ein. Zuerst machte Ramond darauf aufmerksam, indem er zeigte, daß das Maximum am Morgen und das Minimum am Abend im Winter näher am Mittage lägen als im Sommer [4]), weshalb er von Humboldt als der erste Entdecker dieser Abhängigkeit von den Jahreszeiten angesehen wird [5]). Aber schon die ältern Beobachtungen Chiminello's zeigen diese Abhängigkeit von den Jahreszeiten ganz entschieden. Werden die Constanten unseres Ausdruckes, vermittelst der von Chiminello für die einzelnen Jahreszeiten gegebenen Beobachtungen bestimmt und daraus die Wendestunden hergeleitet, so erhalten wir

3) Bibl. univ. XL, 282.
4) Mém. de l'Inst. pour 1808. p. 103.
5) Humboldt Voyage X, 414. Schweigger's Jahrb. N. R. XVII, 154.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Minimum	3^h 5′	5^h 7′	5^h 18′	5^h 4′
Maximum	9. 58.	11. 21	11. 56	11. 22
Minimum	16. 50.	16. 6	16. 8	16. 14
Maximum	22. 5.	21. 58	21. 58	22. 7

Wenn das Maximum am Morgen im ganzen Jahre zu derselben Zeit eintritt, so liegt der Grund wohl hauptsächlich darin, daß die Messungen nicht hinreichend lange fortgesetzt sind, um alle Anomalieen zu entfernen. Eben diese Abhängigkeit der Wendestunden von den Jahreszeiten zeigen von Yelin's Beobachtungen in München, und da diese vorzugsweise die Wintermonate umfassen, so liegt vielleicht hierin der Grund, weshalb das Maximum hier erst um 22^h 8′ eintritt. Aus Beobachtungen, welche Marqué Victor in Toulouse anstellte, folgert Bouvard, daß das Maximum im Sommer um 20^h 10′, im Winter um 21^h 30′ eintrete [6]). Weniger bekannt ist der Einfluß der Jahreszeiten auf das Minimum am Morgen; Ramond, als einzelner Beobachter, konnte hierüber nichts Bestimmtes angeben. Die Resultate von Chiminello's Beobachtungen zeigen, daß es im Sommer früher eintritt, als im Winter; nach Flaugergues findet dasselbe auch in Viviers Statt, indem es im Sommer im Mittel um 15^h 30′, im Winter um 16^h 30′ eintritt [7]).

Meine eigenen Messungen in Halle zeigen diesen Einfluß der Tageslänge auf die Wendestunden ziemlich bestimmt. Folgende Tafel enthält den mittlern Barometerstand nach fast $4\frac{1}{2}$jährigen Beobachtungen bei 0° R.

6) Bibl. univ. XLI, 280.

7) Ibid. XL, 279.

Mittlerer Barometerstand zu Halle bei 0° R., nach den Beobachtungen vom 1sten Januar 1827 bis 31sten Mai 1831.

Stunde	Januar	Februar	März	April	Mai	Junius
	330‴,+	330‴,+	330‴,+	330‴,+	330‴,+	330‴,+
0	3,859	4,459	3,255	2,602	3,737	3,776
1	3,779	4,387	3,188	2,545	3,682	3,692
2	3,757	4,336	3,144	2,473	3,611	3,620
3	3,758	4,310	3,112	2,415	3,547	3,555
4	3,779	4,290	3,095	2,369	3,493	3,494
5	3,809	4,297	3,112	2,359	3,457	3,470
6	3,818	4,335	3,139	2,378	3,459	3,495
7	3,849	4,380	3,181	2,429	3,498	3,561
8	3,870	4,400	3,229	2,487	3,567	3,610
9	3,896	4,429	3,243	2,516	3,627	3,674
10	3,906	4,459	3,246	2,548	3,673	3,718
11	*3,889	*4,444	*3,235	*2,544	*3,684	*3,745
12	*3,855	*4,412	*3,207	*2,519	*3,670	*3,740
13	*3,814	*4,373	*3,171	*2,484	*3,640	*3,729
14	*3,773	*4,336	*3,140	*2,452	*3,612	*3,697
15	*3,742	*4,310	*3,123	*2,438	*3,598	*3,682
16	*3,733	*4,302	*3,129	*2,446	*3,610	*3,699
17	3,747	4,312	3,158	2,477	3,642	3,746
18	3,760	4,360	3,191	2,535	3,706	3,793
19	3,784	4,402	3,231	2,605	3,769	3,851
20	3,801	4,456	3,249	2,661	3,806	3,885
21	3,860	4,487	3,278	2,672	3,809	3,888
22	3,908	4,494	3,293	2,682	3,805	3,857
23	3,901	4,488	3,286	2,650	3,773	3,822

Mittlerer Barometerstand zu Halle bei 0° R, nach den Beobachtungen vom 1sten Januar 1827 bis 31sten Mai 1831.

Stunde	Julius	August	Septbr.	October	November	December
	330''',+	330''',+	330''',+	330''',+	330''',+	330''',+
0	3,724	3,239	4,048	5,596	4,768	4,578
1	3,663	3,148	3,964	5,593	4,701	4,499
2	3,612	3,090	3,882	5,509	4,671	4,472
3	3,568	3,036	3,816	5,443	4,672	4,485
4	3,524	2,986	3,781	5,403	4,676	4,518
5	3,519	2,953	3,778	5,416	4,707	4,549
6	3,535	2,964	3,787	5,480	4,758	4,599
7	3,576	3,021	3,864	5,505	4,794	4,626
8	3,654	3,109	3,927	5,546	4,817	4,649
9	3,729	3,144	3,956	5,576	4,841	4,663
10	3,794	3,181	3,990	5,589	4,845	4,665
11	*3,802	*3,178	*3,991	*5,570	*4,820	*4,637
12	*3,786	*3,157	*3,964	*5,537	*4,774	*4,584
13	*3,757	*3,126	*3,924	*4,501	*4,724	*4,531
14	*3,726	*3,096	*3,885	*5,477	*4,680	*4,481
15	*3,706	*3,080	*3,866	*5,477	*4,656	*4,445
16	*3,708	*3,086	*3,875	*5,505	*4,659	*4,432
17	3,729	3,115	3,909	5,563	4,689	4,440
18	3,746	3,187	3,958	5,634	4,701	4,480
19	3,787	3,237	3,022	5,693	4,738	4,532
20	3,810	3,289	4,083	5,756	4,787	4,581
21	3,809	3,314	4,137	5,808	4,836	4,643
22	3,799	3,316	4,127	5,825	4,880	4,705
23	3,761	3,291	4,096	5,787	4,845	4,670

Aus diesen Größen erhalten wir folgende Gleichungen:

Jan.: $$B = 333''',8186 + 0''',0251 \sin(n.15^\circ + 348^\circ 39')$$
$$+ 0''',0722 \sin(n.30^\circ + 153^\circ 40')$$
$$+ 0''',0137 \sin(n.45^\circ + 170^\circ 33')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0100.$$

Febr.: $$B_n = 334''',3853 + 0''',0221 \sin(n.15^\circ + 131^\circ 35')$$
$$+ 0''',0902 \sin(n.30^\circ + 150^\circ 22')$$
$$+ 0''',0047 \sin(n.45^\circ + 181^\circ 57')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0039.$$

März: $$B_n = 333''',1931 + 0''',0256 \sin(n.15^\circ + 145^\circ 48')$$
$$+ 0''',0792 \sin(n.30^\circ + 157^\circ 30')$$
$$+ 0''',0077 \sin(n.45^\circ + 77^\circ 55')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0037.$$

April: $$B_n = 332''',5119 + 0''',0840 \sin(n.15^\circ + 147^\circ 52')$$
$$+ 0''',1025 \sin(n.30^\circ + 150^\circ 18')$$
$$+ 0''',0083 \sin(n.45^\circ + 341^\circ 40')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0034.$$

Mai: $$B_n = 333''',6450 + 0''',1109 \sin(n.15^\circ + 158^\circ 40')$$
$$+ 0''',0936 \sin(n.30^\circ + 140^\circ 39')$$
$$+ 0''',0221 \sin(n.45^\circ + 334^\circ 6')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0034.$$

Jun.: $$B_n = 333''',6998 + 0''',1382 \sin(n.15^\circ + 172^\circ 4')$$
$$+ 0''',0976 \sin(n.30^\circ + 146^\circ 52')$$
$$+ 0''',0070 \sin(n.45^\circ + 332^\circ 14')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0059.$$

Jul.: $$B_n = 333''',7010 + 0''',1018 \sin(n.15^\circ + 196^\circ 14')$$
$$+ 0''',0878 \sin(n.30^\circ + 140^\circ 37')$$
$$+ 0''',0182 \sin(n.45^\circ + 335^\circ 53')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0038.$$

Aug.: $$B_n = 333''',1393 + 0''',0967 \sin(n.15^\circ + 156^\circ 17')$$
$$+ 0''',1082 \sin(n.30^\circ + 146^\circ 44')$$
$$+ 0''',0114 \sin(n.45^\circ + 347^\circ 25')$$
$$\varepsilon''(B_n) = 0''',0056.$$

Sept.: $B_n = 333''',9429 + 0''',0859 \sin(n.15^\circ + 152^\circ 48')$,
$+ 0''',1182 \sin(n.30^\circ + 149^\circ 18')$
$+ 0''',0024 \sin(n.45^\circ + 26^\circ 10')$
$\varepsilon''(B_n) = 0''',0042.$

Oct.: $B_n = 335''',5787 + 0''',1162 \sin(n.15^\circ + 140^\circ 8')$
$+ 0''',1239 \sin(n.30^\circ + 162^\circ 20')$
$+ 0''',0118 \sin(n.45^\circ + 134^\circ 44')$
$\varepsilon''(B_n) = 0''',0054.$

Nov.: $B_n = 334''',7516 + 0''',0126 \sin(n.15^\circ + 3^\circ 34')$
$+ 0''',0944 \sin(n.30^\circ + 165^\circ 4')$
$+ 0''',0147 \sin(n.45^\circ + 168^\circ 40')$
$\varepsilon''(B_n) = 0''',0087.$

Dec.: $B_n = 334''',5610 + 0''',0375 \sin(n.15^\circ + 6^\circ 16')$
$+ 0''',1036 \sin(n.30 + 165^\circ 8')$
$+ 0''',0266 \sin(n.45^\circ + 188^\circ 40')$
$\varepsilon''(B_n) = 0''',0101.$

Diese Ausdrücke geben uns für die einzelnen Monate folgende Wendestunden (in Stunden und Decimaltheilen derselben)

	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Januar	$3^h,23$	$9^h,40$	$16^h,80$	$22^h,17$
Februar	4,08	10,08	15,90	21,90
März	4,10	9,63	16,27	21,87
April	4,78	10,43	15,20	21,57
Mai	5,43	11,04	14,93	21,24
Junius	4,87	11,43	14,80	21,08
Julius	4,88	11,20	15,43	20,51
August	4,88	10,62	15,17	21,51
September	4,55	10,42	15,38	21,67
October	4,20	9,50	14,50	21,60
November	3,20	9,00	15,96	21,73
December	2,77	8,50	16,27	21,80

Wir sehen hieraus:

1) das Minimum am Abend tritt im Sommer mehr als eine Stunde später ein, als im Winter;

2) das Maximum am Abend tritt im Sommer zwei Stunden später ein, als im Winter;

3) das Minimum am Morgen tritt im Sommer früher ein, als im Winter;

4) das Maximum am Morgen tritt im Sommer anderthalb Stunden früher ein, als im Winter;

Fassen wir die Resultate aller vier Sätze zusammen, so folgt, daß jede Wendestunde im Sommer mehr als eine Stunde weiter von dem Mittage entfernt ist. Eine nähere Ansicht der Tafel läßt uns jedoch noch manche Anomalieen erkennen, welche nur durch länger fortgesetzte Beobachtungen ganz entfernt werden können. Entwickeln wir zur Verminderung der Anomalieen einen Ausdruck, welcher die Wendestunden als eine Function der Monate angiebt, so erhalten wir folgende Gleichungen für diese dem nten Monate entsprechende Momente (Jahr vom 1sten Januar an gerechnet):

Minimum am Abend:

$$H_n = 4^h,248 + 1^h,027 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 281^\circ\,44'\right\} + 0^h,279 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 283^\circ\,48'\right\}$$

$$\varepsilon''(H_n) = 0^h,142.$$

Maximum am Abend:

$$H_n = 10^h,104 + 1^h,166 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 282^\circ\,17'\right\} + 0^h,193 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 24^\circ\,18'\right\}$$

$$\varepsilon''(H_n) = 0^h,174.$$

Minimum am Morgen:

$$H_n = 15^h,551 + 0^h,681 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 98^\circ\,55'\right\} + 0^h,307 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 66^\circ\,29'\right\}$$

$$\varepsilon''(H_n) = 0^h,115.$$

Maximum am Morgen:

$$H_n = 21^h,554 + 0^h,490 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 82^\circ\,2'\right\} + 0^h,196 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 302^\circ\,6'\right\}$$

$$\varepsilon''(H_n) = 0^h,126.$$

Werden hiernach die Momente der Extreme in den einzelnen Monaten berechnet, so ergiebt sich folgende Tafel:

Monat	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Januar	3^h,13	9^h,22	16^h,48	21^h,95
Februar	3,75	9,65	16,07	22,05
März	4,46	10,07	15,44	21,94
April	4,91	10,48	14,97	21,58
Mai	5,04	10,91	14,88	21,15
Junius	5,00	11,25	15,06	20,90
Julius	4,96	11,30	15,23	20,98
August	4,88	10,91	15,27	21,27
September	4,57	10,18	15,30	21,56
October	3,99	9,41	15,52	21,71
November	3,32	8,85	15,98	21,75
December	2,95	8,92	16,41	21,85

Da diese Aenderung der Wendestunden im Laufe des Jahres von der Tageslänge abhängt, so scheint es wahrscheinlich, daß die Breite hierauf einigen Einfluß habe; aber auch für die Breite von Halle ($51\frac{1}{2}^\circ$) dürfen wir die gegebenen Größen nur als eine Annäherung an die Wahrheit ansehen, und fortgesetzte Beobachtungen dürften mehr oder minder abweichende Momente angeben, wie sowohl aus den verhältnißmäßig bedeutenden Fehlergränzen, als aus den Anomalieen hervorgeht. Mehrjährige Beobachtungen, welche der ehemalige Observator Winckler auf der hiesigen Sternwarte anstellte, lassen sich zu dieser Untersuchung nicht benutzen; die geringe Zahl der Beobachtungen am Tage und andere Gründe sind Ursache, daß ich darauf keine Rücksicht nehme. Es ist zu wünschen, daß Beobachter in andern Gegenden Messungen anstellen, um diesen Punkt genügend auszumitteln. Hällström hat leider diesen Umstand nicht berücksichtigt, was um so mehr zu bedauern ist, da sein auf der Bibliothek zu Abo deponirtes Journal wahrscheinlich bei dem Brande dieser Stadt verloren gegangen ist.

Die oben mitgetheilten Beobachtungen des Barometers zeigen in ihrem Gange eine so große Uebereinstimmung, die Hülfswinkel besonders der im zweiten Gliede eine so geringe Abweichung, daß es zur Uebersicht der Erscheinung am bequemsten ist, das arithmetische Mittel zu nehmen. Schließen wir München und Abo aus, so wird

$$B_n = B + 0''',1791 \sin (n \cdot 15^\circ + 183^\circ\ 0') + 0''',3573 \sin (n \cdot 30^\circ + 154^\circ\ 34')$$

wo B den mittlern Stand des Barometers bezeichnet. Setzen wir B = 337‴,5, so giebt die obige Formel folgenden Stand des Barometers in den einzelnen Stunden:

Stunde	Barometer	Stunde	Barometer	Stunde	Barometer
0^h	337‴,652	8	337‴,563	16	337‴,285
1	7,415	9	7,719	17	7,366
2	7,190	10	7,793	18	7,518
3	7,028	11	7,772	19	7,700
4	7,966	12	7,671	20	7,863
5	7,016	13	7,525	21	7,959
6	7,160	14	7,385	22	7,955
7	7,360	15	7,294	23	7,846

Es ist wahrscheinlich, daß die Beobachtungen an andern Orten Ausdrücke geben werden, welche dem obigen mehr oder minder ähnlich sind. Da die Hülfswinkel constant sind, so kommt es bei dieser ganzen Untersuchung nur auf die Coefficienten an, und auch diese zeigen unter einander eine einfache Relation. Es verhält sich nämlich sehr nahe 0‴,1791 : 0‴,3573 = 1 : 2, so daß wenn einer derselben bekannt ist, der zweite dadurch zugleich gegeben wird.

Es sind in dem obigen Ausdrucke also B und a′ die einzigen unbekannten Größen, und haben wir also nur zwei Beobachtungen, von denen eine etwa zur Zeit des Maximums, die andere zur Zeit des Minimums angestellt wurde, so können wir daraus annähernd den Gang des Barometers am Beobachtungsorte herleiten. Nach den Beobachtungen von Flaugergues zu Viviers steigt das Barometer von 16^h bis 20^h um $0^{mm},524$, sinkt von 21^h bis 3^h um $1^{mm},129$ und steigt von da bis 8^h um $0^{mm},805$ [8]). Zu keiner dieser Stunden giebt Flaugergues den mittlern Barometerstand an, da dieser jedoch bei unserem Phänomene zunächst gleichgültig ist, so wollen wir annehmen, die Höhe des Quecksilbers um 16^h sey 336‴,000, dann erhalten wir nach Verwandlung der Millimeter in pariser Linien um 21^h 336‴,232, um 3^h 335‴,732 und um 8^h 336‴,089, und wir finden nach Anbringung der Reductionen die folgenden vier Gleichungen:

16^h

8) Bibl. univ. XL, 282.

16^h: $336''',000 = B + u' \sin 63° - 2u' \sin 85° 26'$
21^h: $336,232 = B + u' \sin 42° + 2u' \sin 64° 34'$
3^h: $335,732 = B - u' \sin 48° - 2u' \sin 64° 34'$
8^h: $336,089 = B - u' \sin 23° + 2u' \sin 34° 34'$

Daraus folgt $u' = 0,0933$
$B = 336,041$

Die Größe B giebt den mittlern Barometerstand an; nach viel-
ährigen Beobachtungen von Flaugergues ist dieser 334''',893,
ind wir dürfen ihn daher statt des gegebenen Werthes von B nur
n die obige Formel setzen.

Wollte man nicht annehmen, daß $u'' = 2u'$ sey, so könnte
nan in Viviers, wo die Zahl der Beobachtungen uns vier Bedin-
ungsgleichungen giebt, noch u'' und den Hülfswinkel des ersten
Gliedes berechnen, es scheint aber, als ob dadurch die Größe für
en Umfang der Oscillationen wenig geändert werde.

Gehen wir von der Allgemeinheit des obigen Ausdruckes
us, so läßt sich das Phänomen noch an andern Orten bestimmen,
vo nur wenige Messungen am Tage angestellt sind. Ich will
inige dieser Beobachtungen mittheilen:

In Clermont (45° 47′ N) ist der Barometerstand nach 7½jäh-
igen Beobachtungen von Ramond [9]) um 0^h M = 727mm,92
ei 12°,5, um 3^h M − 0mm,56, um 9^h M + 0mm,33, um
1h M + 0mm 38.

In Paris (48° 50′ N) ist der auf 0° reducirte Barometer-
and nach 11jährigen Beobachtungen (1816 — 1826) von
Bouvard [10]) um 3^h 335''',324, um 9^h 335''',447, um 16^h
35''',450, um 21^h 335''',645. Da jedoch um 9^h nicht
mmer pünktlich beobachtet wurde, es auch gegen alle Analogie
, daß der Barometerstand nahe zur Zeit des Maximums am
bend etwas niedriger stehe, als zur Zeit des Minimums am
Morgen, so ist es am sichersten, die Messung um 9^h ganz unbe-
ücksichtigt zu lassen.

In Heidelberg (49° 25′ N) fand Muncke [11]) den Baro-
meterstand um 19^h M + 0''',074, um 21^h M + 0''',127,

9) Mém. de l'Inst. 1812. p. 48.
10) Mém. de l'Acad. VII, 313.
11) Gehler's Wörterb. N. A. I, 926.

um 3^h M + 0''',200, um 10^h M + 0''',104, und um 11^h M + 0''',077, wo M den mittlern Barometerstand bezeichnet.

In Gotha (50° 56′ N) fand v. Hoff im J. 1829 folgende auf 0° reducirte Barometerstände [12]): 18^h 733^{mm},366, 20^h 733^{mm},695, 2^h 733,369 und 8^h 733,^{mm}352.

In Königsberg (54° 42′ N) ist der auf 10° reducirte Barometerstand nach 8jährigen Beobachtungen (1816—1822) von Sommer [13]) um 20^h,5 337''',351, um 2^h,5 337''',264, um 10^h 337''',350.

In Christiania (59° 55′ N) sinkt das Barometer nach dreijährigen Beobachtungen Hansteen's [14]) von $18\frac{1}{2}^h$ bis 2^h,9 um 0^{mm},552 und steigt von da bis 11^h um 0^{mm},362.

Den Unterschied zwischen dem Maximum am Morgen und Minimum am Abend an verschiedenen Orten theilt Bouvard, zum Theil nach handschriftlichen Mittheilungen der Beobachter mit [15]).

Untersuchen wir die Bewegung des Quecksilbers an den obigen Orte genauer, so zeigen die Orte zwischen den Wendekreisen im Allgemeineu, daß es beim Maximum am Morgen höher stehe, als beim Maximum am Abend, jedoch sind die Messungen an keinem Orte hinreichend lange fortgesetzt, um die etwa vorhandenen Anomalieen zu entfernen. Aus dreijährigen Beobachtungen zu Clermont folgerte Ramond, daß der höchste Stand am Morgen und Abend gleich sey [16]), und eben dieses zeigen seine $7\frac{1}{2}$jährigen vorher mitgetheilten Messungen. Dagegen zeigen Chiminello's Messungen, so wie meine eigenen, daß das Barometer am Abend etwas niedriger stehe, als am Morgen, daß es beim Minimum in der Nacht höher stehe, als beim Minimum am Abend, und eben dieses leitet Bouvard aus den Messungen an mehreren Orten her [17]). In höhern Breiten scheinen jedoch die Jahreszeiten hier-

12) Kastner's Archiv XIX, 169.
13) Bessel in Schumacher astron. Nachr. II, 25.
14) Schweigger Jahrb. N. R. XVII, 174.
15) Bibl. univ. XLI, 28. Daraus in Schweigger's Jahrb. N. R. XXIX, 153.
16) Mém. de l'Inst. 1808. p. 106.
17) Bibl. univ. XLI, 280. und Schweigger's Jahrb. N. R. XXIX, 140.

uf einigen Einfluß zu haben, wie dieses zuerst Hällström für Abo nachgewiesen hat [18]), was auch meine Beobachtungen in Halle bestätigen. Während nämlich im Sommer das Maximum am Abend in der Regel geringer ist, als das am Morgen, findet m Winter häufig das Gegentheil Statt. Ich habe jedoch eben o wie Hällström im Sommer mehrere Ausnahmen von diesem Gesetze gefunden, und es sind lange fortgesetzte Beobachtungen n verschiedenen Orten erforderlich, um diesen Punkt genügend uszumachen.

Um die Größe der Oscillationen in verschiedenen Breiten zu estimmen, haben die meisten Physiker die Differenz zwischen dem Maximum am Morgen und dem Minimum am Abend genommen; Hällström nimmt den Unterschied zwischen dem größten Maximum und dem kleinsten Minimum. Da jedoch bisher die Beobachtungen an keinem Orte hinreichend lange fortgesetzt sind, m das gegenseitige Verhalten beider Extreme auszumachen, so abe ich es für zweckmäßig erachtet, den Unterschied zwischen em Mittel beider Maxima und beider Minima der Vergleichung u Grunde zu legen.

In höhern Breiten zeigt die Größe der Oscillationen eine Abhängigkeit von den Jahreszeiten. Nehmen wir in Clermont as Mittel aus dem Maximum am Morgen und am Abend, subtraien davon das Minimum um 3 Uhr, so erhalten wir folgende Größen:

Winter	0''',328
Frühling	0,476
Sommer	0,428
Herbst	0,399

Die Wanderungen des Quecksilbers sind also im Frühlinge rößer als zu einer andern Jahreszeit, jedoch fügt Ramond azu, daß 7jährige Beobachtungen noch nicht genügen, diesen unkt auszumitteln [19]). Nach Chiminello's Untersuchungen reicht in Padua der Unterschied zwischen den Extremen das Minimum im Herbste, das Maximum im Sommer, es ist dasselbe mlich

8) Poggendorff's Ann. VIII, 448.

9) Mém. de l'Inst. 1812. p. 48.

Winter	0''',219
Frühling	0,245
Sommer	0,255
Herbst	0,179

Aus den von Marqué-Victor zu Toulouse angestellten Messungen folgert Bouvard, daß die Oscillationen am Tage im Winter weit kleiner seyen, als im Sommer, während die in der Nacht im ganzen Jahre fast unverändert bleiben [20]).

Die Resultate meiner $4\frac{1}{2}$jährigen Beobachtungen zu Halle enthält folgende Tafel:

Monat	22 Uhr bis 4 Uhr	4 Uhr bis 10 Uhr	10 Uhr bis 16 Uhr	16 Uhr bis 22 Uhr	Nacht-Oscill.	Tag-Oscill.	Mittlere Oscill.
Januar	0''',132	0''',141	0''',174	0''',165	0''',169	0''',137	0''',153
Februar	0''',211	0,158	0,150	0,203	0,176	0,185	0,205
März	0''',197	0,156	0,124	0,165	0,144	0,177	0,161
April	0,322	0,189	0,118	0,251	0,185	0,256	0,220
Mai	0,355	0,282	0,091	0,214	0,152	0,293	0,223
Junius	0,407	0,258	0,047	0,196	0,122	0,333	0,227
Julius	0,303	0,293	0,100	0,110	0,105	0,298	0,202
August	0,357	0,228	0,114	0,243	0,178	0,293	0,235
September	0,362	0,223	0,129	0,268	0,198	0,293	0,245
October	0,413	0,175	0,175	0,102	0,138	0,294	0,257
November	0,195	0,200	0,177	0,182	0,179	0,197	0,188
December	0,200	0,195	0,247	0,252	0,249	0,197	0,224

Die Größen, um welche das Barometer beim Maximum am Morgen oder Abend höher steht, als beim Minimum am Abend sind also im Winter weit kleiner als im Sommer. Bezeichnen wir das Mittel dieser beiden Differenzen mit dem Namen Oscillation am Tage, so sehen wir, daß diese sechs Monate hindurch fast constant ist, während die Nachtoscillation, d. h. der mittlere Unterschied zwischen den Barometerständen, um 16 Uhr und 22 Uhr im Winter etwas größer zu seyn scheint, als im Sommer. Nehmen wir das Mittel beider Oscillationen, so finden wir

Winter	0''',194
Frühling	0,201
Sommer	0,221
Herbst	0,230

Das Maximum tritt also im Herbste ein. Da nun die Messungen zu Clermont, Padua, Toulouse und Halle in dieser Hin-

20) Bibl. univ. XLI, 280. und Schweigger's Jahrb. N. R. XXIX, 140.

icht zu sehr verschiedenen Resultaten führen, so ist dieses ein hin=
eichender Beweis, daß wir noch weit von der Kenntniß der Gesetze
iieser Erscheinung entfernt sind.

Stellen wir nun den mittlern Unterschied der Extreme in
erschiedenen Breiten zusammen, so erhalten wir folgende Tafel:

Orte	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
io Janeiro	22° 54′ S	0‴,754	0‴,702	—0‴,052
aïti	17. 29	0,729	0,763	+0,034
roßer Ocean	16. 0	0,688	0,777	+0,089
allao	12. 3	0,814	0,810	—0,004
ma	12. 3	1,202	0,810	—0,392
ayta	5. 6 S	0,921	0,846	—0,075
roßer Ocean	0	0,756	0,854	+0,098
opayan	2. 26 N	0,850	0,852	+0,002
bague	4. 28	0,851	0,848	—0,003
Sta. Fé de Bogota	4. 36	0,889	0,847	—0,041
Sierra Leone	8. 30	0,685	0,832	+0,147
umana	10. 28	0,789	0,821	+0,032
aracas	10. 31	0,960	0,820	—0,140
a Guayra	10. 36	0,839	0,820	—0,019
Madras	13. 4	0,625	0,802	+0,177
hittledroog	14. 11	0,733	0,793	+0,060
roßer Ocean	18. 0 N	0,641	0,758	+0,147
lexico	19. 26	0,704	0,743	+0,039
lcutta	22. 35	0,815	0,706	—0,109
iiro	30. 2	0,683	0,603	—0,080
viers	44. 29	0,372	0,361	—0,011
dua	45. 24	0,214	0,345	+0,031
ermont	45. 47	0,346	0,339	—0,007
ünchen	48. 8	0,213	0,298	+0,085
ris	48. 50	0,242	0,285	+0,043
idelberg	49. 25	0,288	0,275	—0,013
tha	50. 56	0,199	0,249	+0,050
lle	51. 29	0,212	0,240	+0,028
nigsberg	54. 42	0,084	0,186	+0,102
ristiania	59. 55	0,230	0,103	—0,127
)	60. 27	0,113	0,095	—0,018

Ist hier im Allgemeinen der weit geringere Umfang dieser Oscillationen in höhern Breiten nicht zu verkennen, so zeigt uns die Tafel doch noch manche Anomalieen, die ihren Grund besonders darin haben, daß die Messungen nur an wenig Orten hinreichend lange und umfassend angestellt sind, um den Einfluß zufälliger Unregelmäßigkeiten ganz aufzuheben. Um das Gesetz der Erscheinung zu übersehen, will ich annehmen, es würde die mittlere Größe der Oscillationen Δ_φ in der Breite φ durch einen ähnlichen Ausdruck dargestellt, als wir bei der Betrachtung der mittlern Temperaturen anwendeten, es sey also

$$\Delta_\varphi = \Delta + a \cos^2\varphi.$$

Ich will dabei voraussetzen, daß die Größe der Oscillationen bei einerlei Breite in der südlichen und nördlichen Halbkugel gleich sey, so erhalten wir die Gleichung

$$\Delta = -0''',1491 + 1''',0028 \cos^2\varphi.$$

Früher habe ich den Ausdruck [21])

$$\Delta_\varphi = -0''',3580 + 0''',9431 \cos(\varphi + 4° 55') + 0''',2601 \cos^2\varphi$$

gegeben, wo die Breitengrade in der nördlichen Halbkugel, vom Aequator an gerechnet, positiv sind. Einen ähnlichen Ausdruck hat Hällström gegeben [22]). Ist nämlich ς der Unterschied zwischen dem größern Maximum und dem kleinern Minimum, so wird in Millimetern

$$\varsigma = 0,3931 - 2,3536 \cos\varphi + 4,5687 \cos^2\varphi.$$

Drückt die gegebene Gleichung auch die Beobachtungen mit leidlicher Genauigkeit aus, so dürfen wir sie doch wahrscheinlich nicht bedeutend über die Gränzen ausdehnen, innerhalb welcher die Messungen angestellt sind, ja es ist die Frage, ob die Erscheinungen an allen diesen Orten sich durch eine so einfache Gleichung verbinden lassen. Wir haben schon früher gesehen, welchen Gegensatz die Temperaturen in Continental- und Küstengegenden darbieten, wir werden in der Folge sehen, daß die unregelmäßigen

21) Schweigger Jahrb. N. R. XXIX, 157.

22) Poggendorff's Ann. XI, 270.

Barometerschwankungen eine ähnliche Abhängigkeit von der Länge zeigen, und es wäre wohl möglich, daß es sich hier eben so verhielte, doch fehlt es bisher noch ganz an genügenden Beobachtungen, um diesen Punkt nur einigermaßen auszumitteln. Sodann ist hiebei die Höhe der Orte über dem Meere noch nicht berücksichtigt. Das Minimum am Abend tritt zur Zeit der größten Tageswärme ein, die ganze Atmosphäre wird ausgedehnt und gehoben, und über höher liegenden Orten ruht daher eine verhältnißmäßig größere Luftmasse als um 22^h und 10^h, das Barometer sinkt beim Minimum am Abend nicht so tief unter die beiden Maxima a's am Niveau des Meeres. Je höher wir uns in die Atmosphäre erheben, desto geringer werden die Oscillationen, und es kommt endlich ein Punkt, wo diese Einwirkung der Wärme gleich der Oscillation ist, so daß hier die Wanderung des Quecksilbers am Tage ganz verschwindet; in größerer Höhe steht dann das Quecksilber am Nachmittage schon höher als am Morgen. In der Breite von 45° ist die Höhe, in welcher die Oscillationen verschwinden, kleiner als 1250 Toisen; denn auf dem St. Bernhard steigt das Barometer nach Beobachtungen in 53 Monaten von 21^h bis 3^h um $0''',017$ [23]). Humboldt glaubt, daß die Meereshöhe zwischen den Wendekreisen keinen Einfluß auf dieses Phänomen habe, daß dadurch wenigstens die Wendestunden nicht verrückt würden [24]), während Bouvard aus Humboldt's Messungen in Quito, Antisana und denen von Caldas zu Santa-Fé de Bogota folgert, daß auch in niedern Breiten derselbe Einfluß der Höhe auf die Verminderung der Oscillationen zu erkennen sey [25]). Aber die Messungen zu Quito und Antisana sind nur wenige Tage hindurch angestellt und dabei so anomal, daß es kaum erlaubt ist, daraus ein Gesetz abzuleiten. Erst durch länger fortgesetzte Messungen wird es möglich werden, diese Abhängigkeit der Oscillationen von der Meereshöhe in verschiedenen Breiten zu bestimmen.

Was die Ursache dieser täglichen Oscillationen betrifft, so haben mehrere sie eben so wie Ebbe und Fluth des Meeres aus

---

23) Bibl. univ. XLI, 281.

24) Humboldt Reise V, 693. Voyage X, 464.

25) Bibl. univ. XLI, 282.

einer Anziehung der Atmosphäre durch Sonne und Mond hergeleitet, eine Erklärung, welche schon dadurch wenig wahrscheinlich wird, daß zwischen den Wendekreisen die Wendestunden eine so geringe Abhängigkeit von der Zeit der Culmination des Mondes zeigen. Ich übergehe daher diese Hypothese hier gänzlich, um in der Folge bei Betrachtung des Einflusses des Mondes auf die Atmosphäre darauf zurückzukommen. Wahrscheinlicher ist es, daß dieses Phänomen von der Wärme der Sonne abhängt, wie dieses schon Bouguer vermuthete und wie es auch la Place für wahrscheinlich hielt, der jedoch hinzufügt, eine vollständige Lösung des Problems sey so schwierig, daß die Analyse sie nicht geben könne [26]), und eben dieses bemerkt Schmidt [27]). Ohne eine nähere Berechnung des Phänomenes zu geben, hat Ramond eine Erklärung mitgetheilt, welche nur die Hauptumstände bei diesem Vorgange zu umfassen scheint [28]). Während sich nämlich die Sonne in unserm Meridiane befindet, erwärmt sie den Theil der Erde, welcher zwischen dem Orte ihres Auf- und Unterganges in diesem Momente liegt. Wir wollen annehmen, diese Erwärmung zeige sich vorzugsweise nur zwischen den Meridianen, in welchen es 21^h und 3^h ist, wenn die Sonne bei uns culminirt. Indem die Luft durch diese Erwärmung ausgedehnt wird, erhält die Atmosphäre in dem erwähnten Raume eine größere Höhe als in den benachbarten Gegenden, ein Theil der Luft fließt ab, das Barometer sinkt, es steigt dagegen durch den Druck der hinzugekommenen Luftmassen in den Räumen zwischen den Meridianen von 3^h und 9^h, so wie in denen zwischen 3^h und 21^h; in dem einen dieser Räume ist die Luft noch von der Nacht her kalt, die Atmosphäre hat eine geringere Höhe und es kann ein Theil ab- und zufließen; in der zweiten Gegend erkaltet die Luft, nachdem die Zeit der größten täglichen Wärme vorüber ist. So verbreitet sich diese Bewegung nach und nach aus einer Gegend in die benachbarte und wird dadurch dem Theile mitgetheilt, welcher, von unserm Meridiane aus gerechnet, zwischen den Nachtkreisen liegt. Das Barometer sinkt daher von 9^h bis 16^h, weil die Atmosphäre

26) Bouvard in Bibl. univ. XLI, 284.

27) Schmidt mathem. u. phys. Geogr. II, 328. §. 210.

28) Mém. de l'Institut 1808. p. 108.

durch Verminderung der Kälte während der Nacht an Dichtigkeit, durch den Antheil, welcher ihre obern Schichten den beiden benachbarten Regionen gegeben haben, aber an Höhe verloren hat.

Wenn sich nach dieser Hypothese auch die beiden Maxima und das Minimum am Tage erklären läßt, so scheint es auf den ersten Anblick schwierig, daraus das Minimum am Morgen abzuleiten. Aber zur Zeit wo dieses erfolgt tritt östlich von dem Orte das Minimum der Temperatur ein, die Atmosphäre hat dann die geringste Höhe, und nothwendig fließt dahin ein Theil der Luftmasse aus den westlicher gelegenen Gegenden, wodurch hier das Barometer sinkt.

So sehr auch die Einwirkung der Wärme auf die Barometer schon durch eine Menge von Erfahrungen bestätigt wird, so haben doch mehrere Physiker dieselbe gänzlich geläugnet, wie dieses namentlich der jüngere Parrot thut, welcher die regelmäßigen Oscillationen vorzugsweise aus der Anziehung der Sonne ableitet und die Berücksichtigung der Temperatur nicht einmal beim Höhenmessen mit dem Barometer für nöthig hält [29]).

Auf eine etwas abweichende Art benutzt Daniell die Einwirkung der Wärme zur Erklärung der regelmäßigen Oscillationen [30]). Während wir uns die Temperaturdifferenzen in demselben Parallelkreise aber in verschiedenen Meridianen als vorzüglich wirksam vorstellten, berücksichtigt Daniell die ungleiche Geschwindigkeit des obern und untern Passates zu verschiedenen Tageszeiten. So lange nämlich beide Ströme unverändert dieselbe Geschwindigkeit haben, wird ein Barometer allenthalben von der darüber stehenden Luftsäule einerlei Druck erleiden, da in den obern Regionen eben so viel Luft abfließt, als in den untern zufließt. So wie aber diese Geschwindigkeiten durch ungleiche Temperaturänderungen beider Ströme modificirt werden, so entstehen locale Ausdehnungen der Luft, und diese bewirken eine ungleiche Vertheilung der ponderablen Materie. Wird z. B. die untere

29) Naturwissenschaftliche Abhandlungen aus Dorpat I, 336.

30) Daniell Meteor. Ess. p. 251 und Schweigger's Jahrb. N. R. XV, 162.

Schicht eines verticalen Durchschnittes stärker erwärmt, als die obere, dann wird der obere Strom beschleunigt, das Gewicht der Luft dadurch vermindert. Nun können wir die Aenderungen von Wärme und Kälte während des Tages im Allgemeinen als von gleichem Einflusse auf beide Ströme ansehen, da die erwärmten Luftschichten aufsteigen und den obern einen Theil ihrer höhern Temperatur mittheilen; stets aber ist dazu einige Zeit erforderlich, das Barometer wird also durch sein Sinken die Größe dieser Ungleichheit angeben. Eben so wirkt die Erkaltung der Atmosphäre früher auf die untern Schichten als auf die obern, und das Barometer wird in diesem Falle steigen. Untersuchen wir nun diesen Umstand genauer, so haben wir am Aequator nur die Unregelmässigkeit der lateralen Ausdehnung oder Zusammenziehung zu betrachten, das Barometer fällt, so wie die Erde erwärmt wird; dieser Stoß, welchen die ankommenden Ströme erleiden, muß sich bis zu den Polen erstrecken, und da die Geschwindigkeit der Luftmassen in den untern Regionen vermindert wird, ohne daß in den obern eine Ausgleichung vorhanden ist, so hat das Barometer in allen Breiten zwischen dem Aequator und den Polen ein Streben zum Steigen. Das Bestreben des Quecksilbers zum Sinken wird also desto geringer, je weiter wir uns vom Aequator entfernen; endlich kommt ein Punkt, wo beide Ursachen mit gleicher Intensität wirken, das Barometer bleibt hier in Ruhe; gehen wir noch näher zum Pole, so steigt hier das Barometer zu derselben Zeit, wo es am Aequator sinkt, und umgekehrt.

Bald nachdem diese Hypothese Daniell's bekannt geworden war, bemerkte ich, daß dieselbe wenig wahrscheinlich sey [31]), und eben so meint Humboldt, daß die Existenz dieser Strömungen sehr schwer zu beweisen seyn möchte [32]). Um zu zeigen, daß seine Hypothese über den Gegensatz der Oscillationen in höhern [illegible]rn Breiten richtig sey, stützt sich Daniell auf Messun[illegible] [illegible] Parry vom März bis August 1819 auf Melvi[illegible] [illegible]stellte. Darnach war der Stand des Barometers

[illegible]eigger's Jahrb. N. R. XV, 169.

[illegible]boldt Voyage X, 464, und Reise V, 694 Anm.

um 16h: 29'',8666 englisch
20: 29,8683
0: 29,8631
4: 29,8661
8: 59,8708
12: 29,8696

Hier aber zeigt sich nur eine einzige Ausnahme von der gewöhnlichen Regel, indem das Barometer von 0^h bis 4^h steigt. Hällström, welcher diese Beobachtungen genauer untersucht hat, findet folgende Wendestunden [33]:

Minimum 1^h 19'
Maximum 8. 47
Minimum 15. 10
Maximum 18. 43

Hier zeigen nur die beiden Maxima bedeutende Anomalieen, jedoch auch so läßt sich bei der geringen Größe der Oscillationen nichts Bestimmtes über diesen Gegenstand folgern, da die Zeit der Beobachtungen sehr kurz ist, und Daniell, welcher diese Resultate mittheilt, nicht einmal sagt, ob die Messungen nach englischer Weise unreducirt sind, oder nicht [34]. Den Aufzeichnungen zufolge, welche Parry auf seiner zweiten Reise im Hafen Bowen anstellte, und bei welchen auf alle erforderliche Correctionen Rücksicht genommen wurde, war die Größe dieser Oscillationen sehr unbedeutend; es schien aber daraus die Existenz des von Daniell bemerkten Gegensatzes zu folgen [35].

Der Ausdruck, welchen wir für die Abhängigkeit dieser Oscillationen von der Polhöhe entwickelt haben, scheint ebenfalls auf diese Umkehrung zu deuten. Wir haben nämlich die Größe, um welche das Barometer von 10^h und 22^h im Mittel bis 16^h und 4^h sinkt, als positiv angesehen; finden wir nun, daß diese Größe

33) Poggendorff's Ann. VIII, 445.

34) Im Vaterlande Newton's versteht man noch keine Barometerbeobachtungen zu machen; erst in den letzten Jahren haben einige Beobachter angefangen, ihre Messungen auf eine constante Temperatur zu reduciren.

35) Parry zweite Reise S. 55.

negativ wird, so folgt, daß die Bewegung des Quecksilbers die entgegengesetzte von der in niedern Breiten sey. Schon Hällström machte darauf aufmerksam, daß die von ihm entwickelte Formel eine solche Umkehrung zeige, aber es war die Größe der Oscillation am Pole kaum größer als der wahrscheinliche Fehler seines Ausdruckes, das Resultat also sehr verdächtig [36]). Der von mir früher mitgetheilte Ausdruck gab für den Aequator die mittlere Oscillation + 0''',842, für den Pol — 0''',277, also in der Breite von etwa 70° die Wanderungen des Quecksilbers verschwindend und späterhin umgekehrt [37]). Der oben gegebene Ausdruck, in welchem diese Oscillation eine Function vom Quadrat des Cosinus der Breite sind, giebt für den mittlern Unterschied der Extreme folgende Größen:

Breite	Unterschied
0	0''',854
10	0,823
20	0,736
30	0,603
40	0,439
50	0,265
60	0,102
70	—0,032
80	—0,119
90	—0,149

Da aber unsere Messungen sich kaum bis zu einer Breite von 60° erstrecken und sich in diesem Raume noch viele Anomalieen zeigen, so läßt sich über den vorliegenden Gegenstand um so weniger etwas entscheiden, da alle mitgetheilten Größen noch einen constanten Fehler enthalten. Auf das Quecksilber des Barometers drückt zugleich trockene Luft und Wasserdampf; letzterer zeigt eine bestimmte von der Temperatur abhängige Oscillation, regelmäßig erfolgen am Tage Condensationen und Auflösungen und dadurch wird der Druck der trocknen Luft abgeändert. Sollen also die

36) Poggendorff's Annalen VIII, 449.

37) Schweigger Jahrb. N. R. XXIX, 163.

großen Oscillationen des Luftoceanes gemessen werden, so wäre eine Correction wegen des Dampfes nöthig, dazu aber fehlt es noch ganz an Messungen.

Zu einer Zeit, wo das ganze Phänomen kaum bekannt war (im J. 1746), folgerte bereits d'Alembert aus seinen Untersuchungen über die Ursache der Winde, daß eine solche Oscillation vorhanden seyn müßte [38]). Die ganze Hypothese, nach welcher die Winde blos von der Anziehung der Sonne herrühren, scheint wenig wahrscheinlich; d'Alembert folgert jedoch ebenfalls, daß in höhern Breiten die Oscillationen denen in niedern entgegengesetzt seyn müßten.

Neuerdings hat Bouvard die Oscillationen aus der Wärme hergeleitet und ist ebenfalls zu dem Resultate gekommen, daß die Behauptung Daniell's über den Gegensatz der Oscillationen in verschiedenen Breiten richtig sey. Nach mehreren fruchtlosen Versuchen, das allgemeine Gesetz für die Aenderung des Barometers von 21^h bis 3^h zu bestimmen, fand er, daß die Schwankungen sehr nahe proportional wären mit der mittlern Temperatur der Zeit, während welcher das Barometer im Sinken begriffen wäre. Daraus leitete er zuerst den Unterschied der Bewegungen am Tage und in der Nacht her; da in letzterer das Thermometer ruhiger steht, als am Tage, so ändert sich das Barometer nicht so bedeutend. Die mittlern Temperaturen der Zeiten, während welcher das Barometer in der Nacht und am Tage sinkt, verhielten sich in Paris nahe eben so, wie die Größen, um welche sich der Druck der Atmosphäre änderte. Die Größe der Oscillationen in verschiedenen Breiten wird seiner Meinung zufolge durch den Ausdruck

$$m = m' \frac{t}{t'} . \cos^2 \varphi$$

ausgedrückt, wo φ die Breite, m die ihr entsprechende Aenderung des Barometers von 21^h bis 3^h, t die mittlere Temperatur dieser Zeit in der Breite φ, t' die am Aequator (nach ihm 30°) bezeichnet [39]). Nach dieser Formel wäre also die Oscillation da gleich Null, wo die Temperatur dieser Zeit die des Gefrierpunktes

38) d'Alembert sur la cause générale du vent p. 120.

39) Bibl. univ. XLI, 284.

Fall, so würde mit der Zeit die Atmosphäre den ganzen Himmelsraum ausfüllen, und wir müßten annehmen, daß die Bestandtheile der Luft durch den ganzen Weltraum verbreitet wären, aus denen sich dann die einzelnen Himmelskörper die ihrer Dichtigkeit und Massen zugehörigen Atmosphäre bildeten [43]). Bleiben wir bei der Sonne stehen, so läßt sich leicht berechnen, in welcher scheinbaren Entfernung von ihr die anziehende Kraft der Schwerkraft an unserer Erdoberfläche gleich wird, dies aber ist der Ort, wo ihre Anziehung eben hinreichen würde, ein unendlich theilbares Mittel, das durch die Himmelsräume zerstreut wäre, zu einer Atmosphäre zu verdichten, welche der unsrigen an Dichtigkeit wenigstens gleich wäre; Lichtstrahlen, welche in dieser Gegend schief durch die Atmosphäre der Sonne gingen, müßten eine Brechung erleiden, welche das Doppelte der Horizontalrefraction an der Erdoberfläche betrüge, also die Größe von 1° überstiege. Da die Masse der Sonne etwa 330000 Mal größer ist, als die der Erde, so ist ihre anziehende Kraft in $\sqrt{330000}$ oder etwa 575 Erdhalbmessern Abstand von ihrem Mittelpunkte eben so groß als die der Erde an ihrer Oberfläche, und da der Halbmesser der Sonne etwa 111,5 Mal größer ist, als der der Erde, so beträgt dieser Abstand vom Mittelpunkte 5,15 Sonnenhalbmesser. Nehmen wir also an, der scheinbare Halbmesser der Sonne sey 15′ 49″, so beträgt der scheinbare Abstand dieser Stelle 1° 21′ 29″.

Lichtstrahlen, welche in dieser Entfernung von der Sonne vorbeigingen, müßten also eine Brechung von einem Grade erleiden, noch mehr betrüge die Ablenkung in größerer Nähe bei der Sonne. Bei der Conjunction der Venus mit der Sonne im Mai 1821 stellten Pond, Brinkley, Kater, South und Wollaston anhaltend Beobachtungen an, um Spuren einer solchen Refraction zu finden, aber letzterer konnte weder in diesen Messungen, noch bei denen, welche Vidal im Jahre 1805 bei der Venus und dem Mercur gemacht hatte, etwas dieser Art auffinden, und es wird hiernach sehr wahrscheinlich, daß die aus Luft bestehende Atmosphäre der Erde eigenthümlich, ihre Höhe also kleiner als die aus Laplace's Betrachtungen folgende Größe sey.

Es

43) Wollaston in Gilbert's Annalen LXXII, 42.

Es haben sich noch mehrere Astronomen und Physiker damit beschäftigt, die Höhe der Atmosphäre genau zu berechnen. Zach findet eine Höhe von 30000 Toisen [44]; Biot [45] 27186 Toisen; aber wie J. C. E. Schmidt mit Recht bemerkt [46], so hätten beide auch eben so gut jede andere Größe finden können, da sie die Höhe der Atmosphäre von einer willkürlich angenommenen beliebigen Dichtigkeit an der Gränze abhängen lassen. Auf eine andere Art hat G. G. Schmidt die Untersuchungen angestellt [47]. Er nimmt die Gränze da an, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Es sey h die Höhe einer Atmosphäre, deren Dichtigkeit und Temperatur gleichförmig sey, und welche an dem Niveau des Meeres denselben Druck ausübt, als die wirklich existirende. Die Spannung, welche diesem Drucke entspricht, wird die Luft nach dem darüber liegenden leeren Raume so beschleunigen, daß in dem Zeitelemente dt die Geschwindigkeit $2\sqrt{gh}\,.\,dt$ erzeugt würde; die Geschwindigkeit, welche durch die Schwere in eben dieser Zeit hervorgebracht wird, ist $2gdt$. Um hieraus die Höhe der Atmosphäre herzuleiten, handelt es sich nur darum, die Wärmeabnahme zu bestimmen. Schmidt nimmt deshalb an, daß die Wärmeabnahme sich verhalte wie die jedesmaligen Temperaturen oder Spannkräfte; dieses ist bei 0 und 80° R. sehr nahe 213 : 213 + 80 oder allgemein $c + t : c + x = E : e$. Ist dz das Differential der Höhe, $-dx$ das zugehörige Differential der Wärmeabnahme, so ist $-\frac{dx}{c+x} = \frac{dz}{a}$, und wenn diese Gleichung so integrirt wird, daß sie für $c + t$ verschwindet, so wird

$$z = a\,\log.\,\text{nat.}\,\frac{c+t}{c+x}.$$

Aus den vorhandenen Beobachtungen über die Wärmeabnahme findet Schmidt $a = 64493$ Toisen. Bezeichnet man nun die Verhältnisse des Druckes der Luft zu ihrer Dichtigkeit oder die specifischen Elasticitäten derselben am Niveau des Meeres und

44) Monatl. Corresp. XXI, 215.

45) Astron. phys. III, 26.

46) Mathem. u. phys. Geogr. II, 257. §. 152.

47) Gilbert's Ann. LXII, 310.

an der Gränze der Atmosphäre mit E und e, und setzt letztere Größe der Schwere gleich, so verhält sich $E : e = \sqrt{h} : \sqrt{g}$ oder $c + t : c + x = \sqrt{h} : \sqrt{g}$, also Höhe der Atmosphäre

$$z = a \log \sqrt{\frac{h}{g}}.$$

Setzen wir hier den Werth für a, ferner den Barometerstand am Niveau des Meeres 337''',3, so wird für eine Temperatur von 22°,4 R. die Höhe der Atmosphäre am Aequator 104975' oder 27,5 Meilen, unter den Polen für 0° Temperatur 103518' oder 27,1 Meilen.

Auf einem andern Wege ist J. C. E. Schmidt zu dem Resultate gekommen, daß die Höhe unter dem Aequator 29167, unter den Polen 22018 Toisen betrage, und daß die Abplattung des atmosphärischen Sphäroids $\frac{1}{177}$ sey. Ich verweise jedoch wegen der Gründe dieser Untersuchung auf die Arbeit selbst [48]).

Eben so wenig als wir die Höhe der Atmosphäre kennen, ist uns der mittlere Barometerstand am Niveau des Meeres in verschiedenen Breiten bekannt; weder Theorie noch Erfahrung lehren uns etwas über die Abhängigkeit dieses Phänomenes von der Polhöhe. Versuchen wir es, hierüber etwas durch theoretische Betrachtungen auszumitteln, so wird die Lösung des Problems bei Berücksichtigung der Centrifugalkraft und Temperatur sehr schwierig. Die bisherigen Beobachtungen aber reichen nicht aus, um diesen Punkt auszumitteln, da in höhern Breiten eine mehrjährige Reihe von Messungen erforderlich ist, um den mittlern Barometerstand mit Genauigkeit zu erhalten. In Frankreich ist die Zahl der am Meere wohnenden Beobachter sehr klein, und wenn auch in England eine Reihe von Messungen am Meere und in geringer durch geometrische Messungen gefundenen Höhe über demselben angestellt sind, so sind doch leider die meisten der von englischen Physikern gegebenen Resultate bei dieser Untersuchung nicht brauchbar. Der eine beobachtet zur Zeit der Maxima; das Reduciren auf eine bestimmte Temperatur scheinen die Engländer nicht für nöthig zu halten, oder wenn es ja einer thut, so hält er es für überflüssig, die constante Temperatur des Quecksilbers hinzuzufügen. Endlich leiden alle vorhandenen Messungen an einem constanten

48) Mathem. u. phys. Geogr. II, 237 fg.

Fehler, dessen Einfluß bei keiner Untersuchung über die Bewegungen des Barometers so groß wird, als bei den vorliegenden. Das Quecksilber im Barometer wird von dem Drucke zweier Atmosphären getragen, dem der trocknen Luft und dem des Wasserdampfes. Nur in Beziehung auf den ersteren kann von einem Gleichgewichte zwischen allen Theilen der Atmosphäre die Rede seyn; letztern anlangend, so wirkt auf ihn die Temperatur weit stärker ein; wenn der Dampf zwischen den Wendekreisen auch der Dampfatmosphäre auf der ganzen Erde eine von der Centrifugalkraft abhängige Dichtigkeit zu geben sucht, so wird die nach den Polen strömende Menge stets condensirt, so wie sie nach kältern Gegenden gelangt. Es sollte daher bei allen Untersuchungen über diesen Gegenstand nur die trockne Luft berücksichtigt werden, Mangel an umfassenden Hygrometerbeobachtungen verhindert die Berücksichtigung dieses Umstandes.

Auf die Abhängigkeit des Barometerstandes von der Polhöhe machte zuerst Humboldt aufmerksam [49]). Er nahm den Barometerstand zwischen den Wendekreisen zu 337''',8 an, während ihn Shuckburgh nach seinen Messungen in England und Italien zu 338''',24 [50]), Fleuriau de Bellevue in Rochelle zu 338''',83 [51]) gefunden hatten. Zach stellte bald darauf eine theoretische Untersuchung über den Barometerstand in verschiedenen Breiten an [52]). Sich auf seine Untersuchungen über Höhe und Abplattung der Atmosphäre stützend, giebt er für den Aequator die Höhe 337''',02, für den Pol 339''',03, beide Barometerstände bei der constanten Temperatur von 10 R. genommen. Indem Muncke den Theil von Laplace's Formel für das Höhenmessen mit dem Barometer berücksichtigt, welcher sich auf die Polhöhe bezieht, findet er für den Aequator die Höhe von 336''',48, für den Pol 338''',34 [53]), späterhin nimmt er für diese Punkte 337''',00 und 338''',86 an [54]), alle Barometer-

49) Humboldt Tableau physique p. 89.
50) Phil. Trans. LXVII, 586.
51) Journal de Physique XLVII, 158.
52) Monatl. Corresp. XXI, 215.
53) Gehler's Wörterb. I, 915.
54) Ebend. I, 918.

stände auf 0° reducirt. Einer spätern Untersuchung zufolge glaubt Humboldt ebenfalls einen niedrigern Stand am Aequator annehmen zu müssen [55].

Während nach den erwähnten Untersuchungen das Barometer desto höher steht, je weiter wir uns von dem Aequator entfernen, leitet Hansteen theils aus Beobachtungen in Norwegen, theils aus theoretischen Betrachtungen das Resultat her, daß das Barometer desto niedriger stehe, je größer die Breite sey. Am Aequator steht das Barometer höher als 337'''; aber der auf den Meeresspiegel reducirte Stand beträgt in Christiania 335''',913, in Hardangen 336''',3 [56]. Auch Schouw glaubt, daß in höhern Breiten das Barometer niedriger stehe, als im mittlern. Beobachtungen, welche Thorstensten in Näs bei Reikiavig auf Island vom 1sten März 1822 — 25 anstellte, geben 333''',45 bei 0°; frühere Beobachtungen zu Reikiavig hatten am Niveau des Meeres 334''',68 gegeben. In Godhaab auf Grönland fand der Inspector Mühlenpfort nach 5jährigen Beobachtungen (1816 — 21) den mittlern Stand 332''',81, wobei indessen die Reduction auf eine mittlere Temperatur fehlt [57].

Da es uns bisher noch ganz an Elementen fehlt, um den Dampfgehalt der Atmosphäre in verschiedenen Breiten zu bestimmen, so bleibt uns gegenwärtig nichts anderes übrig, als den Druck der feuchten Atmosphäre zu vergleichen. Die folgende Tafel enthält die meisten Bestimmungen über den mittlern Barometerstand:

	Breite	Barometerstand	
Großer Ocean	0	337''',79	[58]
Cumana	10° 27' N	336,98	[59]
Teneriffa	28. 28	338,44	[60]
Cairo	30. 2	336,02	[61]

55) Humboldt Voyage XI, 1 fg.
56) Magazin for Naturvidenskaberne III, 287.
57) Tidsskrift for Naturvidenskaberne IV, 347.
58) Cook nach Horner in Krusenstern Reise III, 163.
59) Boussingault bei Humboldt Voyage XI, 5.
60) Escolar bei Buch Canar. Ins. p. 74.
61) Coutelle bei Muncke in Gehler's Wörterb. I, 916.

	Breite	Barometerstand	
Malta	35. 54	337''',04	[62])
Rom	41. 54	336,14	[63])
Marseille	43. 17	337,38	[64])
Padua	45. 24	337,40	[65])
la Rochelle	46. 9	338,83	[66])
Nantes	47. 13	338,67	[67])
St. Malo	48. 39	338,64	[67])
London	51. 30	337,23	[68])
Middelburg	51. 30	336,58	[69])
Danzig	54. 21	337,03	[70])
Königsberg	54. 43	337,22	[71])
Apenrade	55. 0	337,08	[72])
Copenhagen	55. 41	338,74	[73])
Christiania	59. 55	335,88	[74])
Bergen	60. 24	335,56	[75])
Reikiavig	66. 30	334,68	[76])

62) **Dangos** in **Gehler's** Wörterb. I, 916.

63) Aus 7jähr. Beob. von **Calandrelli** findet **Schön** (Witterungskunde Tab. X) den Barometerstand von 335''',8 bei 10° R. Das Barometer hängt 89' über dem Meere (Ephem. Soc. Met. Pal. 1782. p. 306). Die Reduction aufs Niveau des Meeres und 0° giebt obige Größe.

64) 8jähr. Beob. von **Silvabelle** aus **Gilbert's** Ann. XLIII, 420 bei **Muncke** l. l.

65) **Schön** findet 337''',465 bei 10° R. Das Barometer hing 56' über dem Meere (**Toaldo** in Ephem. Soc. Met. Pal. 1781. p. 270).

66) **Bellevue** im Journ. de phys. XLVII, 150 bei **Muncke**.

67) Bei **Muncke** l. l.

68) 2jähr. Beob. der R. S. in Phil. Trans.

69) **Heinrich** bei **Muncke** l. l.

70) **Strehlke** bei **Riese** in **Poggendorff's** Ann. XVIII, 133.

71) **Sommer** ibid.

72) **Neuber** ibid.

73) **Heinrich** bei **Muncke** l. l.

74) 36 Monate von **Hansteen** im Magazin for Naturvidenskaberne.

75) **Bohr** ibid.

76) **Schouw** l. l.

Die in obiger Tafel enthaltenen Größen zeigen im Allgemeinen einen so anomalen Gang, daß es bis jetzt wenig wahrscheinlich ist, daß man daraus ein hinreichend genaues Gesetz über die Abhängigkeit des mittlern Barometerstandes von der Polhöhe herleiten könne. Versuchen wir es z. B., die Constanten des Laplace'schen Ausdruckes

$$B_{\varphi} = B + a \cos 2\varphi$$

daraus herzuleiten, so ist der wahrscheinliche Fehler so groß, daß es die Frage bleibt, ob das Gesetz der Natur auch nur einigermaßen entspreche. Wenn ein Theil der Abweichungen seinen Grund auch darin haben mag, daß die Scalen der Instrumente nicht vollkommen übereinstimmten, so finden wir doch so große Differenzen in derselben Breite, daß wir sie hieraus allein nicht ableiten dürfen. So ist der Barometerstand in Cairo mehr als 2 Linien kleiner, als der ungewöhnlich hohe Stand auf Teneriffa. Buch leitet den letztern von einer Anhäufung der Luft durch entgegengesetzte Winde her [77]). Wahrscheinlich ist der Barometerstand in Cairo deshalb so niedrig, weil die Luft trocken und stark erwärmt ist, so daß hier ein Theil der obern Schichten seitwärts abfließt. Norwegen zeigt uns eine ähnliche Anomalie. L. v. Buch sieht die geringe Höhe des Barometers in dieser Gegend als eine Folge der daselbst herrschenden westlichen und südlichen Luftströmungen an [78]). Auch hier dürfte wohl die Temperaturdifferenz zwischen Norwegen und dem benachbarten Schweden die Hauptrolle spielen. Soll die Oberfläche des Luftoceanes so gelagert seyn, wie es die Bedingungen des Gleichgewichtes erforden, so kann das Gewicht der wärmern Luftsäule über Norwegen nicht so groß seyn, als das der kältern über Schweden. Eine ähnliche Anomalie finden wir bei Ochotzk und in Petropaulowsk in Kamtschatka, wo der auf 0° reducirte Barometerstand nur 333''',556 beträgt [79]). Worin aber der ungewöhnlich hohe Barometerstand an der Westküste Frankreichs seinen Grund habe, läßt sich aus Mangel an Beobachtungen in Spanien und Portugal nicht be-

77) L. v. Buch Canar. Ins. p. 71.
78) Gilbert's Ann. XXV, 329.
79) Poggendorff's Ann. XVII, 337.

Es haben sich noch mehrere Astronomen und Physiker damit beschäftigt, die Höhe der Atmosphäre genau zu berechnen. Lacaille findet eine Höhe von 30000 Toisen[44]; Biot[45] 27186 Toisen; aber wie J. C. E. Schmidt mit Recht bemerkt[46], so hätten beide auch eben so gut jede andere Größe finden können, da sie die Höhe der Atmosphäre von einer willkürlich angenommenen beliebigen Dichtigkeit an der Gränze abhängen lassen. Auf eine andere Art hat G. G. Schmidt die Untersuchungen angestellt[47]. Er nimmt die Gränze da an, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Es sey h die Höhe einer Atmosphäre, deren Dichtigkeit und Temperatur gleichförmig sey, und welche an dem Niveau des Meeres denselben Druck ausübt, als die wirklich existirende. Die Spannung, welche diesem Drucke entspricht, wird die Luft nach dem darüber liegenden leeren Raume so beschleunigen, daß in dem Zeitelemente dt die Geschwindigkeit $2\sqrt{gh}\,.\,dt$ erzeugt würde; die Geschwindigkeit, welche durch die Schwere in eben dieser Zeit hervorgebracht wird, ist $2gdt$. Um hieraus die Höhe der Atmosphäre herzuleiten, handelt es sich nur darum, die Wärmeabnahme zu bestimmen. Schmidt nimmt deshalb an, daß die Wärmeabnahme sich verhalte wie die jedesmaligen Temperaturen oder Spannkräfte; dieses ist bei 0 und 80° R. sehr nahe $215 : 213 + 80$ oder allgemein $c + t : c + x = E : e$. Ist dz das Differential der Höhe, $-dx$ das zugehörige Differential der Wärmeabnahme, so ist $-\frac{dx}{c+x} = \frac{dz}{a}$, und wenn diese Gleichung so integrirt wird, daß sie für $c + t$ verschwindet, so wird

$$z = a \log . \text{nat.} \frac{c+t}{c+x}.$$

Aus den vorhandenen Beobachtungen über die Wärmeabnahme findet Schmidt $a = 64493$ Toisen. Bezeichnet man nun die Verhältnisse des Druckes der Luft zu ihrer Dichtigkeit oder die specifischen Elasticitäten derselben am Niveau des Meeres und

44) Monatl. Corresp. XXI, 215.

45) Astron. phys. III, 26.

46) Mathem. u. phys. Geogr. II, 257. §. 152.

47) Gilbert's Ann. LXII, 310.

Quecksilber steht nämlich im Januar am höchsten, sinkt hierauf bis zum April, erreicht im Sommer ein zweites Maximum, im Herbste ein zweites Minimum, und steigt von nun an bis zum Januar, so daß wir im Laufe des Jahres eben so wie im Tage zwei Maxima und zwei Minima finden. Um die Anomalieen zu entfernen, habe ich den Ausdruck

$$B_n = 335''',017 + 0''',148 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 42^\circ\,15'\} + 0''',544 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 33^\circ\,10'\}$$

aus den beobachteten Größen hergeleitet; die nach dieser Gleichung berechneten Größen sind in obiger Tafel enthalten, aber der wahrscheinliche Fehler 0''',182, welcher noch mehr als $\frac{1}{10}$ des Unterschiedes zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande beträgt, zeigt, wie wenig genau noch die gegebenen Größen sind.

Ein völlig ähnliches Resultat geben uns 15jährige Beobachtungen (1806 bis 1820), welche Herrenschneider zu Straßburg anstellte [81]. Darnach ist der auf 10° R. reducirte Barometerstand

Monat	Barometer	Monat	Barometer
Januar	333''',128	Julius	333''',168
Februar	3,452	August	3,352
März	2,905	September	3,633
April	2,449	October	2,981
Mai	2,516	November	2,866
Junius	3,416	December	2,700

Ein Theil dieser Größe hängt von der Temperatur der Luft ab, und wollen wir also die Gesetze für die Veränderungen des Barometerstandes im Laufe des Jahres kennen lernen, so müssen wir von den obigen Größen den Druck der Dampfatmosphäre subtrahiren. Bis jetzt fehlt es an hinreichend lange angestellten Beobachtungen des Hygrometers und Barometers; um indessen die Gesetze annähernd zu bestimmen, will ich die früher für den Druck des Dampfes in Paris gegebenen Größen [82]) von den eben mit-

81) Zeitschrift für die gesammte Meteorologie. Band I. No. 7.
82) Bd. I. S. 333.

getheilten Barometerhöhen subtrahiren, dann erhalten wir für den Druck der trocknen Luft folgende Werthe:

Monat	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Januar	333‴,99	333‴,41	−0‴,58
Februar	3,81	3,52	−0,29
März	2,91	3,14	+0,23
April	2,38	2,54	+0,16
Mai	1,67	2,01	+0,34
Junius	2,08	1,66	−0,42
Julius	1,41	1,44	+0,03
August	1,07	1,28	+0,21
September	1,30	1,23	−0,07
October	1,06	1,27	+0,21
November	2,44	2,07	−0,37
December	2,50	2,83	+0,33
Jahr	2,22		

Hiernach ist der Barometerstand im Winter am größten und nimmt von dieser Zeit bis zum Sommer regelmäßig ab, so daß wir ein Maximum und ein Minimum haben. Die mitgetheilten Größen geben den Ausdruck

$$B_n = 332''',218 + 1''',120 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 46^\circ\,30'\}$$
$$+ 0''',228 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 37^\circ\,40'\}$$

Darnach steht das Barometer im Anfange des Februars am höch- ten, im Anfange des Septembers am niedrigsten, beide Epochen reten etwas später ein, als die Temperaturextreme.

Der Grund dieser Abhängigkeit von den Jahreszeiten ist ein- ach. Es sey (Fig. 3) BC die Oberfläche der Erde als Ebene vor- estellt, in B und C liegen die beiden Pole, in A der Aequator, ist zur Zeit, wo die mittlere Temperatur Statt findet, die berfläche der Atmosphäre DF parallel mit BC. Bezeichnet AC e nördliche Halbkugel und rückt die Sonne nach Norden, so eigt die Temperatur über AC, die Oberfläche der Atmosphäre ickt hier nach GH, sie senkt sich in der südlichen Hemisphäre bis L. Unter diesen Umständen kann aber kein Gleichgewicht Statt nden, ein Theil von der Atmosphäre der nördlichen Halbkugel

fließt nach der südlichen ab, dort sinkt also das Barometer, während es hier steigt. Das Gegentheil muß erfolgen, wenn die Declination der Sonne südlich wird, und wir sehen also hieraus, wie das Barometer im Sommer niedriger steht, als im Winter; zugleich aber zeigt uns dieses Phänomen, weshalb zur Zeit der beiden Aequinoctien Luftströme vorherrschend sind, deren Richtung mit der großen dann vorhandenen Bewegung zusammenfällt.

So wie wir in unsern Gegenden den Barometerstand beobachten, wird diese Erscheinung durch den Druck der Dampfatmosphäre verdeckt. Zur Zeit nämlich, wo das Barometer sinkt, wird die Dampfmenge in der Atmosphäre größer, und es kann dann geschehen, daß das Barometer im Sommer ein zweites Maximum erreicht. Erst wenn im Spätsommer und im Anfange des Herbstes die Atmosphäre einen Theil ihres Dampfes verliert, sinkt das Barometer aufs Neue, um späterhin durch die ankommenden Luftmassen zu steigen.

Wenn also in unsern Gegenden diese Abhängigkeit des Barometers von den Jahreszeiten durch eine andere Erscheinung verdeckt ist, so zeigt sie sich in einem desto auffallendern Grade in niedern Breiten. Aeltere Beobachtungen, welche Dorta in Rio Janeiro angestellt hatte, zeigten schon die merkwürdige Thatsache, daß in der südlichen Halbkugel das Barometer bei südlicher Declination höher stehe, als bei nördlicher, und Humboldt sah diese Thatsache, welche sich in Macao und in der Havanna ebenfalls zeigt, als allgemeines Naturgesetz [83]). Muncke glaubt zwar, daß diese Erscheinung nicht füglich der Wärme beigemessen werden könne [84]), ich aber stellte bald darauf in einer Recension des physikalischen Wörterbuchs diese Thatsache mit den großen Bewegungen der Atmosphäre zusammen, welche wir bei den Passaten so auffallend erkennen [85]). In der Folge hat L. v. Buch die Erscheinung aus demselben Princip abgeleitet [86]). Aus den

---

83) Humboldt Voyage X, 448.

84) Gehler's Wörterb. N. A. I, 928.

[85) Allgem]eine Literatur-Zeitung 1826. No. 271. p. 512.

[86) Poggendorff's Annalen XV, 355.

	Breite	Barometerstand	
Malta	35. 54	337''',04	62)
Rom	41. 54	336,14	63)
Marseille	43. 17	337,38	64)
Padua	45. 24	337,40	65)
la Rochelle	46. 9	338,83	66)
Nantes	47. 13	338,67	67)
St. Malo	48. 39	338,64	67)
London	51. 30	337,23	68)
Middelburg	51. 30	336,58	69)
Danzig	54. 21	337,03	70)
Königsberg	54. 43	337,22	71)
Apenrade	55. 0	337,08	72)
Copenhagen	55. 41	338,74	73)
Christiania	59. 55	335,88	74)
Bergen	60. 24	335,56	75)
Reikiavig	66. 30	334,68	76)

62) Dangos in Gehler's Wörterb. I, 916.

63) Aus 7jähr. Beob. von Calandrelli findet Schön (Witterungskunde Tab. X) den Barometerstand von 335''',8 bei 10° R. Das Barometer hängt 89' über dem Meere (Ephem. Soc. Met. Pal. 1782. p. 306). Die Reduction aufs Niveau des Meeres und 0° giebt obige Größe.

64) 8jähr. Beob. von Silvabelle aus Gilbert's Ann. XLIII, 420 bei Muncke l. l.

65) Schön findet 337''',465 bei 10° R. Das Barometer hing 56' über dem Meere (Toaldo in Ephem. Soc. Met. Pal. 1781. p. 270).

66) Bellevue im Journ. de phys. XLVII, 150 bei Muncke.

67) Bei Muncke l. l.

68) 2jähr. Beob. der R. S. in Phil. Trans.

69) Heinrich bei Muncke l. l.

70) Strehlke bei Riese in Poggendorff's Ann. XVIII, 133.

71) Sommer ibid.

72) Neuber ibid.

73) Heinrich bei Muncke l. l.

74) 36 Monate von Hansteen im Magazin for Naturvidenskaberne.

75) Bohr ibid.

76) Schouw l. l.

Ort	Breite	Höhe	Differenz	Zeit der Beobachtungen
Natchez	31. 20	. . .	1,76	5 Jahre
Palermo	38. 5	. . .	—0,34	20 Jahre
Rom	41. 59	. . .	—1,29	7 Jahre [91])
Marseille	43. 18	. . .	—1,73	7 Jahre [91])
Padua	45. 28	. . .	—0,68	7 Jahre [91])
Paris	48. 50	. . .	0,22	11 Jahre
Copenhagen	55. 41	. . .	—1,66	7 Jahre [91])

Es fehlt leider ganz an Beobachtungen, welche in derselben Lage gegen Festland und Meer angestellt, eine hinreichende Zahl von Breitengraden umfassen, so daß wir über diesen Uebergang bisher noch nicht urtheilen können, denn die bei Cadix und Lissabon angestellten Beobachtungen, welche L. v. Buch mittheilt, umfassen nur die Zeit eines Jahres, was jedenfalls zu kurz ist. Dagegen zeigen 10 Breitengrade nördlicher die Messungen in Paris noch genau dasselbe Gesetz, als die zwischen den Wendekreisen angestellten; nur die Größe der Differenz ist bei weitem geringer, offenbar deshalb, weil in der Nähe des Aequators die Luft zuerst abwärts fließen muß, ehe sich diese Bewegung rückwärts gegen die Pole verbreitet. Da zwischen den Wendekreisen die Wirkung dieser Erscheinung weit lebhafter ist, da sich die Temperatur und mit ihr wahrscheinlich der Druck der Dampfatmosphäre im Laufe des Jahres weit weniger ändert, als in höhern Breiten, so verschwindet in letzteren im Allgemeinen das Phänomen; erst dann, wenn der Druck des Dampfes von dem Barometerstande subtrahirt wird, zeigt sich eine größere Differenz zwischen den Jahreszeiten; ja hätten wir aus Copenhagen, dem nördlichsten Punkte, wo Messungen angestellt sind, hinreichend genaue Hygrometerbeobachtungen, so zweifle ich keinesweges, daß wir auch hier noch eine positive Differenz statt einer negativen finden würden.

Wenn wir die in obiger Tafel enthaltenen Größen näher betrachten, so zeigt sich sehr bestimmt, daß sie desto kleiner werden, je höher das Barometer über der Oberfläche des Meeres hängt. Aber auch im Niveau des Meeres scheinen mehr oder minder be-

91) Aus Schön's Witterungskunde entnommen.

deutende klimatische Differenzen vorhanden zu seyn. Um das Gesetz dieser Abhängigkeit von der Breite näher kennen zu lernen, wollen wir annehmen, die Differenz sey bei einerlei Polhöhe in der nördlichen und südlichen Halbkugel gleich. Stellen wir dann die am Niveau des Meeres oder in geringer Höhe über demselben angestellten Beobachtungen bis zur Breite von Cairo mit denen in Paris und Copenhagen zusammen, so erhalten wir folgende Gleichung, wo Δ_φ die von der Breite φ abhängende Differenz bezeichnet

$$\Delta_\varphi = -3''',507 + 8''',157 \cos^2\varphi.$$

Die folgende Tafel enthält eine Vergleichung der beobachteten Größen mit den berechneten.

Ort	Breite	Beobachtet.	Berechnet	Unterschied
Madras	13° 5'	2''',36	4''',23	+ 1''',87
Rio Janeiro	22. 15	3,36	3,48	+ 0,12
Calcutta	22. 40	4,72	3,44	— 1,28
Macao	22. 50	4,50	3,42	— 1,08
Havannah	23. 8	1,09	3,30	+ 2,30
Benares	25. 18	5,73	3,16	— 2,57
Cairo	30. 2	3,54	2,61	— 0,93
Capstadt	33. 15	1,97	2,20	+ 0,23
Paris	48. 50	0,22	0,03	— 0,19
Copenhagen	55. 41	— 1,66	— 0,91	+ 0,75

Leiten wir aus dem gegebenen Ausdrucke diese Differenz von 10 zu 10 Breitengraden her, so erhalten wir

Breite	Differenz	Breite	Differenz
0	4''',65	50°	— 0''',14
10	4,40	60	— 1,47
20	3,70	70	— 2,55
30	2,61	80	— 3,26
40	1,28	90	— 3,51

Es bleibt den Arbeiten künftiger Beobachter überlassen, die in obiger Tafel enthaltenen Größen, welche nur als erste Annäherungen an die Wahrheit angesehen werden dürfen, zu berichtigen.

Aber nur dann, wenn zugleich auf den Druck der Dampfatmosphäre Rücksicht genommen wird, werden die Resultate ein hinreichendes Zutrauen verdienen. Deutlicher wird sich dann zeigen, daß außer der Breite und Meereshöhe noch andere Umstände hiebei eine Rolle spielen; namentlich wird der Austausch der Luftmassen zwischen dem Festlande und dem benachbarten Meere dann auffallender hervortreten. An keinem Orte ist diese Differenz so groß als in Benares, aber mitten im Festlande gelegen ist dieses die Gegend, nach welcher die Luft im Winter mit eben solcher Lebhaftigkeit strömt, als sie im Sommer abwärts fließt, ganz dasjenige bestätigend, was wir bei der Erklärung der Moussons gesagt haben. Auch in Cairo ist die Differenz fast um eine Linie größer als die Rechnung sie giebt, ja hätten wir Messungen aus der Thebaide oder Nubien, so würde die Differenz vielleicht eben so groß seyn, als in Benares. Gehen wir aber nach Italien, so findet plötzlich Umkehrung des ganzen Phänomenes Statt. Wenn auch künftige Beobachtungen bei Berücksichtigung des Dampfgehaltes vielleicht keine gänzliche Umkehrung des Ganges zeigen werden, so ist so viel gewiß, daß das Barometer im Sommer in Italien verhältnißmäßig weit höher steht, als in dem südlicher liegenden Africa. Das Abfließen der Luft vom nördlichen Africa und die Anhäufung derselben über dem nördlicher liegenden Mittelmeer sind die Ursache sowohl dieses Gegensatzes als der Etesischen Winde der Alten *).

Ein ähnlicher, von den Jahreszeiten abhängender, Austausch der Luftmassen, findet auch in höhern Breiten zwischen dem Innern des Continentes und dem Meere Statt. Die Differenz zwischen dem Gange der Wärme in Küstengegenden und im Innern des Continentes ist Ursache, daß dort das Barometer im Sommer etwas tiefer, im Winter etwas höher steht, als hier. Die mittlern monatlichen Barometerstände in den Jahren 1826 und 1827, welche Schübler zu Paris, Genf, Stuttgart und Wien verglich, zeigten, daß der Barometerstand der Sommermonate desto mehr unter dem mittlern des Jahres lag, je östlicher der Punkt war [92]).

*) Bd. I. S. 201.

[92]) [Corresp]ondenzblatt des würtemberg. landwirthschaftl. Vereins XII, 70 [.]341.

Außer den bisher betrachteten Bewegungen zeigt das Barometer noch sehr viele unregelmäßige Schwankungen, welche mit dem Gange der Witterung in einem mehr oder weniger deutlich zu erkennenden Zusammenhange stehen. Die Größe dieser unregelmäßigen Oscillationen wird desto bedeutender, je weiter wir uns von dem Aequator entfernen. Wollen wir daher einzelne Erscheinungen, ungewöhnliche Schwankungen genauer untersuchen, so ist vor allen Dingen erforderlich, daß wir die allgemeinen klimatischen Gesetze dieser Erscheinung näher studiren.

Bei Untersuchung dieser Anomalieen und namentlich bei Angabe ihrer Abhängigkeit von der geographischen Lage des Ortes tritt sogleich der Uebelstand ein, daß man eigentlich nicht weiß, auf welche Art die Schwankungen verglichen werden sollen. Am sichersten würde es jedenfalls seyn, aus einer vieljährigen Reihe von Beobachtungen den mittlern Barometerstand herzuleiten, damit die einzelnen Aufzeichnungen zu vergleichen, und aus ihren Abweichungen vom Mittel den wahrscheinlichen Fehler in den einzelnen Monaten herzuleiten, indem man bei dieser Untersuchung natürlich auf die täglichen und jährlichen Oscillationen Rücksicht nähme. Diese Arbeit ist indessen sehr weitläuftig, und nur wenige Meteorologen dürften sich dazu entschließen.

Aeltere Physiker nehmen bei ihren Vergleichungen meistens den aus einer mehrjährigen Beobachtungsreihe hergeleiteten Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Barometerstande. Dieses Verfahren, welches zu einem wenig brauchbaren Resultate führt, wurde in der Folge aufgegeben, man wählte den Unterschied zwischen den beiden im Laufe eines Monates beobachteten Extremen. Dadurch, daß hier kleinere Zeitintervalle gewählt wurden, erhielt man Resultate, welche die obige Vergleichung nicht zeigte. Man sah daraus, daß die Oscillationen geringer wurden, je größer die mittlere Wärme der Luft war. Setzt man diese Arbeit eine längere Reihe von Jahren fort und nimmt das Mittel der Differenzen in den einzelnen Monaten, so erhält man für diesen Monat nahe constante Größen, welche den mittlern Umfang der Oscillationen in ihm angeben. Nimmt man aus den Bestimmungen der einzelnen Monate das Mittel, so erhält man die mittlern Gränzen, zwischen denen sich der Stand des Barometers in einem Monate befindet. Wir wollen diese Größe

die mittlere monatliche Barometeroscillation nennen. Diese Größe wird schon durch die Beobachtungen eines einzigen Jahres nahe richtig gefunden, wie folgende Messungen von **Bugge** zu Copenhagen zeigen [93]).

Jahr	Monatliche Oscillation	Abweichung vom Mittel
1766	10''',40	— 1''',91
1767	12,47	+ 0,16
1768	12,37	+ 0,06
1769	11,91	— 0,40
1770	12,18	— 0,13
1771	11,59	— 0,52
1772	11,17	— 1,14
1774	12,34	+ 0,03
1775	12,79	+ 0,48
1782	11,73	— 0,58
1783	12,35	+ 0,04
1784	13,26	+ 0,95
1785	13,90	+ 1,59
1786	12,80	+ 0,49
1787	12,52	+ 0,21
1788	13,05	+ 0,74
Mittel	12,31	

Ist freilich dieses Verfahren das einzige, welches beim jetzigen Zustande der bekannt gemachten Erfahrungen hinreichend genaue Resultate giebt, so hat es dennoch mancherlei Mängel. Es wird hiebei vorausgesetzt, daß die wirklichen Extreme beobachtet seyen, was gewiß nur in sehr wenigen Fällen geschehen ist, alle mitgetheilten Differenzen sind daher etwas zu klein. Wenn nun ein Beobachter den Stand des Barometers täglich öfter aufzeichnet, als ein anderer, so wird er wahrscheinlich Größen finden, welche den Extremen näher liegen; die aus den Beobachtungen sich ergebenden Differenzen werden also desto größer, je mehr Beob-

93) Von 1766 — 1775 bei **Cotte** Mém. II, 313 und 1782 — 88 in den Mannh. Ephemeriden.

Beobachtungen am Tage angestellt worden sind. Da glücklicherweise die meisten Meteorologen das Barometer täglich dreimal beobachtet haben, so sind die Größen in verschiedenen Klimaten vergleichbar, da alle mit demselben Fehler behaftet sind. Einflußreicher wird der Fehler, welcher bei dieser Vergleichung dadurch begangen wird, daß man auf die täglichen Oscillationen keine Rücksicht nimmt. Deprimiren Stürme, Regen oder andere Phänomene das Barometer, so wird es zur Zeit des Minimums wahrscheinlich tiefer stehen, als es der Fall seyn würde, wenn die tägliche Bewegung nicht existirte; zur Zeit des Maximums wird sein Stand alsdann höher seyn. Dieser Einfluß der täglichen Bewegung auf die unregelmäßigen Schwankungen ist in unsern Gegenden unbedeutend, wird aber am Aequator sehr groß, indem hier die unregelmäßigen Bewegungen klein, die regelmäßigen groß sind.

Das sicherste Verfahren, zu dem erwünschten Ziele zu gelangen, besteht unstreitig darin, daß man hier eben so wie bei Bestimmung der Temperaturverhältnisse möglichst kleine Zeitintervalle nimmt; die unregelmäßigen Aenderungen des Barometers im Laufe eines Tages liefern unstreitig die schärfsten Resultate. Und hier ist es am vortheilhaftesten, die Größe aufzusuchen, um welche das Barometer von einer Beobachtung bis zu der Beobachtung zu derselben Zeit am folgenden Tage steigt oder fällt; das Mittel der 30 oder 31 im Laufe des Monates erhaltenen Größen ist dadurch von allem Einflusse der Zahl der Beobachtungen oder der regelmäßigen Oscillationen befreit. Werden täglich mehrere Messungen angestellt, so giebt das Mittel der einzelnen Mittel Größen, welche der Wahrheit noch näher kommen; denn es kann wohl geschehen, daß die Größen, welche man auf diese Art zu verschiedenen Tageszeiten erhält, in einem einzigen Monate mehr oder minder von einander abweichen, während schon das jährliche Mittel so beschaffen ist, daß sie im Laufe des ganzen Tages gleich sind [94]). Die folgende Tafel zeigt die Größe dieser unregel-

94) Ich habe dieses Verfahren bei meinen eigenen Beobachtungen seit dem Anfange des Jahres 1827 angewendet. Späterhin hat auch Schmidt eine ähnliche Methode empfohlen (Mathem. u. phys. Geogr. II,

mäßigen Aenderung in den einzelnen Monaten an verschiedenen Orten.

	Sta. Fé de Bogota [95])	Bagdad [96])	Cambridge [97])	Ofen [98])	Halle [99])	Eyafiord [100])
Januar	0''',25	1''',02	3''',37	1''',83	1''',99	3''',46
Februar	0,24	1,08	2,65	1,65	1,93	2,78
März	0,22	1,40	2,34	1,81	2,09	3,15
April	0,21	0,66	2,60	1,42	1,49	2,15
Mai	0,24	0,52	1,70	1,04	1,26	1,69
Junius	0,15	0,62	1,27	0,93	1,13	1,58
Julius	0,19	0,57	1,48	0,85	1,19	1,30
August	0,14	0,46	1,36	0,84	1,42	2,04
September	0,22	0,52	1,72	1,04	1,23	2,31
October	0,18	0,58	2,00	1,45	1,78	2,15
November	0,22	0,74	2,59	1,31	1,74	3,00
December	0,16	0,71	3,06	1,43	1,98	3,13
Jahr	0,20	0,74	2,17	1,30	1,60	2,39

An allen Orten ist diese Größe der unregelmäßigen Bewegungen bei nördlicher Declination der Sonne kleiner als bei südlicher; die folgenden Gleichungen stellen diese Größen nahe dar:

324); aber während ich die Differenzen ohne Rücksicht auf die Zeichen addire und das Mittel nehme, erhebt er sich ins Quadrat und nimmt das Mittel aus der Summe der Quadrate.

95) Vom August 1823 bis Julius 1824 von Boussingault und Rivero, Annales de Chimie, Février 1827. Das Journal enthält viele Lücken.

96) Ein Jahr von Beauchamp bei Cotte Mém. II, 212. Viele Lücken.

97) 2jährige Beobachtungen (1785—86) von Williams in den Mannheimer Ephemeriden.

98) 4jähr. Beob. (1782—85) von Weiß in den Mannh. Ephem.

99) 4½jähr. Beob. von mir.

100) Junius 1811 bis Mai 1813 von Scheel in Ann. of phil. XI, 96 u. 169.

Sta. Fé de Bogota:

$$\Delta_n = 0''',202 + 0''',028 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 39^\circ\, 19'\right\} + 0''',010 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 274^\circ\, 44'\right\}$$

Bagdad:

$$\Delta_n = 0''',740 + 0''',311 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 45^\circ\, 37'\right\} + 0''',129 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 344^\circ\, 7'\right\}$$

Cambridge:

$$\Delta_n = 2''',174 + 0''',877 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 60^\circ\, 30'\right\} + 0''',100 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 126^\circ\, 27'\right\}$$

Ofen:

$$\Delta_n = 1''',300 + 0''',450 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 62^\circ\, 55'\right\} + 0''',100 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 302^\circ\, 5'\right\}$$

Halle:

$$\Delta_n = 1''',603 + 0''',440 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 78^\circ\, 1'\right\} + 0''',081 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 327^\circ\, 51'\right\}$$

Eyafiord:

$$\Delta_n = 2''',394 + 0''',872 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 78^\circ\, 18'\right\} + 0''',131 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 63^\circ\, 18'\right\}$$

Umfassen auch die Messungen an den meisten dieser Orte eine zu kurze Zeit, als daß wir annehmen dürften, daß alle Anomalieen entfernt seyen, so zeigen doch alle, daß die Aenderungen des Barometers von einem Tage bis zum folgenden im Winter weit größer sind, als im Sommer. Diejenigen Tage, an denen die Extreme eintreten, sind folgende:

	Maximum	Minimum
Santa Fé de Bogota	10 März	25 Julius
Bagdad	19 Februar	26 Junius
Cambridge	5 Januar	28 Julius
Ofen	18 Februar	8 Julius
Halle	2 Februar	25 Junius
Eyafiord	26 Januar	26 Junius

Das Maximum der unregelmäßigen Barometerschwankungen findet sich nahe dann ein, wenn die Temperatur des Jahres am

mäßigen Aenderung in den einzelnen Monaten an verschiedenen Orten.

	Sta. Fé de Bogota [95])	Bagdad [96])	Cambridge [97])	Ofen [98])	Halle [99])	Enafiord [100])
Januar	0''',25	1''',02	3''',37	1''',83	1''',99	3''',46
Februar	0,24	1,08	2,65	1,65	1,93	2,78
März	0,22	1,40	2,34	1,81	2,09	3,15
April	0,21	0,66	2,60	1,42	1,49	2,15
Mai	0,24	0,52	1,70	1,04	1,26	1,69
Junius	0,16	0,62	1,27	0,93	1,13	1,58
Julius	0,19	0,57	1,48	0,85	1,19	1,30
August	0,14	0,46	1,36	0,84	1,42	2,04
September	0,22	0,52	1,72	1,04	1,23	2,31
October	0,18	0,58	2,00	1,45	1,78	2,15
November	0,22	0,74	2,59	1,31	1,74	3,00
December	0,16	0,71	3,06	1,43	1,98	3,13
Jahr	0,20	0,74	2,17	1,30	1,60	2,39

An allen Orten ist diese Größe der unregelmäßigen Bewegungen bei nördlicher Declination der Sonne kleiner als bei südlicher; die folgenden Gleichungen stellen diese Größen nahe dar:

324); aber während ich die Differenzen ohne Rücksicht auf die Zeichen addire und das Mittel nehme, erhebt er sich ins Quadrat und nimmt das Mittel aus der Summe der Quadrate.

95) Vom August 1823 bis Julius 1824 von Boussingault und Rivero, Annales de Chimie, Février 1827. Das Journal enthält viele Lücken.

96) Ein Jahr von Beauchamp bei Cotte Mém. II, 212. Viele Lücken.

97) 2jährige Beobachtungen (1785—86) von Williams in den Mannheimer Ephemeriden.

98) 4jähr. Beob. (1782—85) von Weiß in den Mannh. Ephem.

99) 4½jähr. Beob. von mir.

100) Junius 1811 bis Mai 1813 von Scheel in Ann. of phil. XI, 96 u. 169.

Außer den bisher betrachteten Bewegungen zeigt das Barometer noch sehr viele unregelmäßige Schwankungen, welche mit dem Gange der Witterung in einem mehr oder weniger deutlich zu erkennenden Zusammenhange stehen. Die Größe dieser unregelmäßigen Oscillationen wird desto bedeutender, je weiter wir uns von dem Aequator entfernen. Wollen wir daher einzelne Erscheinungen, ungewöhnliche Schwankungen genauer untersuchen, so ist vor allen Dingen erforderlich, daß wir die allgemeinen klimatischen Gesetze dieser Erscheinung näher studiren.

Bei Untersuchung dieser Anomalieen und namentlich bei Angabe ihrer Abhängigkeit von der geographischen Lage des Ortes tritt sogleich der Uebelstand ein, daß man eigentlich nicht weiß, auf welche Art die Schwankungen verglichen werden sollen. Am sichersten würde es jedenfalls seyn, aus einer vieljährigen Reihe von Beobachtungen den mittlern Barometerstand herzuleiten, damit die einzelnen Aufzeichnungen zu vergleichen, und aus ihren Abweichungen vom Mittel den wahrscheinlichen Fehler in den einzelnen Monaten herzuleiten, indem man bei dieser Untersuchung natürlich auf die täglichen und jährlichen Oscillationen Rücksicht nähme. Diese Arbeit ist indessen sehr weitläuftig, und nur wenige Meteorologen dürften sich dazu entschließen.

Aeltere Physiker nehmen bei ihren Vergleichungen meistens den aus einer mehrjährigen Beobachtungsreihe hergeleiteten Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Barometerstande. Dieses Verfahren, welches zu einem wenig brauchbaren Resultate führt, wurde in der Folge aufgegeben, man wählte den Unterschied zwischen den beiden im Laufe eines Monates beobachteten Extremen. Dadurch, daß hier kleinere Zeitintervalle gewählt wurden, erhielt man Resultate, welche die obige Vergleichung nicht zeigte. Man sah daraus, daß die Oscillationen geringer wurden, je größer die mittlere Wärme der Luft war. Setzt man diese Arbeit eine längere Reihe von Jahren fort und nimmt das Mittel der Differenzen in den einzelnen Monaten, so erhält man für diesen Monat nahe constante Größen, welche den mittlern Umfang der Oscillationen in ihm angeben. Nimmt man aus den Bestimmungen der einzelnen Monate das Mittel, so erhält man die mittlern Gränzen, zwischen denen sich der Stand des Barometers in einem Monate befindet. Wir wollen diese Größe

kleinsten ist, das Minimum scheint etwas früher Statt zu finden, als die höchste Temperatur. Nur in Santa Fé de Bogota erreicht diese Größe erst im März ihr Maximum; eine größere Reihe von Beobachtungen muß zeigen, ob diese Abweichung ihren Grund darin habe, daß die Messungen nicht hinreichend lange fortgesetzt sind.

Deutet schon dieser Umstand auf einen Zusammenhang zwischen dem Gange der Temperatur und den unregelmäßigen Bewegungen des Barometers, so zeigt uns die hier empfohlene Art, die Schwankungen des Barometers zu untersuchen, noch mehrere andere Punkte, welche diese Verbindung beider in ein helleres Licht setzen. Untersucht man nämlich die unregelmäßigen Aenderungen des Thermometers dergestalt, daß man die mittlere Differenz der Temperaturen nimmt, welche an je zwei auf einander folgenden Tagen zu denselben Stunden beobachtet sind, so wird auch diese Differenz im Sommer weit kleiner als im Winter, wie dieses die folgenden zu Cambridge und Eyafiord erhaltenen Resultate beweisen:

Monat	Cambridge	Eyafiord
Januar	5°,20	4°,88
Februar	3,62	4,54
März	3,42	4,23
April	3,92	4,18
Mai	2,27	3,20
Junius	2,64	2,83
Julius	2,72	2,75
August	2,69	2,91
September	3,09	2,46
October	4,33	2,27
November	3,85	3,60
December	4,41	4,87

Achtet man bei dieser Vergleichung auf die gleichzeitigen Aenderungen des Barometers und Thermometers, so erkennt man zwischen beiden einen noch nähern Zusammenhang. Wenn nämlich das Barometer von einem Tage bis zum folgenden steigt, so sinkt das Thermometer, und zwar ist die Abnahme der Tempe-

Beobachtungen am Tage angestellt worden sind. Da glücklicherweise die meisten Meteorologen das Barometer täglich dreimal beobachtet haben, so sind die Größen in verschiedenen Klimaten vergleichbar, da alle mit demselben Fehler behaftet sind. Einflußreicher wird der Fehler, welcher bei dieser Vergleichung dadurch begangen wird, daß man auf die täglichen Oscillationen keine Rücksicht nimmt. Deprimiren Stürme, Regen oder andere Phänomene das Barometer, so wird es zur Zeit des Minimums wahrscheinlich tiefer stehen, als es der Fall seyn würde, wenn die tägliche Bewegung nicht existirte; zur Zeit des Maximums wird sein Stand alsdann höher seyn. Dieser Einfluß der täglichen Bewegung auf die unregelmäßigen Schwankungen ist in unsern Gegenden unbedeutend, wird aber am Aequator sehr groß, indem hier die unregelmäßigen Bewegungen klein, die regelmäßigen groß sind.

Das sicherste Verfahren, zu dem erwünschten Ziele zu gelangen, besteht unstreitig darin, daß man hier eben so wie bei Bestimmung der Temperaturverhältnisse möglichst kleine Zeitintervalle nimmt; die unregelmäßigen Aenderungen des Barometers im Laufe eines Tages liefern unstreitig die schärfsten Resultate. Und hier ist es am vortheilhaftesten, die Größe aufzusuchen, um welche das Barometer von einer Beobachtung bis zu der Beobachtung zu derselben Zeit am folgenden Tage steigt oder fällt; das Mittel der 30 oder 31 im Laufe des Monates erhaltenen Größen ist dadurch von allem Einflusse der Zahl der Beobachtungen oder der regelmäßigen Oscillationen befreit. Werden täglich mehrere Messungen angestellt, so giebt das Mittel der einzelnen Mittel Größen, welche der Wahrheit noch näher kommen; denn es kann wohl geschehen, daß die Größen, welche man auf diese Art zu verschiedenen Tageszeiten erhält, in einem einzigen Monate mehr oder minder von einander abweichen, während schon das jährliche Mittel so beschaffen ist, daß sie im Laufe des ganzen Tages gleich sind [94]). Die folgende Tafel zeigt die Größe dieser unregel-

94) Ich habe dieses Verfahren bei meinen eigenen Beobachtungen seit dem Anfange des Jahres 1827 angewendet. Späterhin hat auch Schmidt eine ähnliche Methode empfohlen (Mathem. u. phys. Geogr. II,

wenn das Thermometer fällt, und umgekehrt, und daß die eine dieser Größen zugleich mit der andern wächst. Dieser innige Zusammenhang zwischen beiden Aenderungen findet auch noch zwischen den Wendekreisen Statt. Die Messungen von Boussingault und Rivero zu Santa Fé geben uns folgende zusammengehörige Größen:

Aenderung des Barometers	Zugehörige Aenderung des Thermometers
+ 0''',53	— 0°,66
+ 0,35	— 0,28
+ 0,22	— 0,50
+ 0,09	+ 0,17
— 0,10	+ 0,31
— 0,21	+ 0,36
— 0,33	+ 0,18
— 0,50	+ 0,09

Also auch hier sehen wir denselben Zusammenhang zwischen den Schwankungen des Barometers und denen der Temperatur als in höheren Breiten. Schon ältere Physiker haben die Existenz desselben erkannt, und namentlich hat Mairan denselben ausführlich untersucht [1]). In der Folge haben mehrere Physiker, besonders L. v. Buch, darauf wieder aufmerksam gemacht, und letzterer glaubte, das Barometer könne uns eben so sicher über das Klima eines Ortes belehren, als das Thermometer [2]). Mit einem gewöhnlichen Thermometer möchte ich indessen das Barometer nicht vergleichen, vielmehr scheint es mir mit größerem Rechte den Namen eines Differentialthermometers [3]) zu verdienen. Gerade so wie wir aus der Bewegung der flüssigen Säule in diesem Instrumente nur die Temperaturdifferenz beider

1) Bei de Luc recherches sur les modific. de l'atmosph. I, 17. §. 193 fg.

2) Gilbert's Ann. V, 14. — vgl. Dove in Pogg. Ann. XIII, 63.

3) Biot Traité IV, 606. Leslie kurzer Bericht von Versuchen u. Instrumenten, die sich auf das Verfahren der Luft zu Wärme und Feuchtigkeit beziehen. Uebers. von Brandes. 8. Leipzig 1823. S. 49. Gehler's Wörterb. N. A. s. v. Differentialthermometer.

Kugeln kennen lernen, möge die eine von ihnen erwärmt werden, während die andere ihre Temperatur behält, oder möge die erstere in ihrem Zustande bleiben, während man letztere erkaltet, so giebt uns das Barometer die Temperaturdifferenz benachbarter großer Länderstrecken an. Es sey (Fig. 4) AB die Oberfläche der Erde, CD die ihr parallele Oberfläche der Atmosphäre im Falle des Gleichgewichtes, und das Barometer stehe daher allenthalben auf AB gleich hoch. Ueber EF und GH behalte die Atmosphäre ihre Temperatur, sie werde aber über FG stark erwärmt, ihre Oberfläche rückt hier nach NO; ein Gleichgewicht kann nicht mehr Statt finden, es fließt ein Theil der Luftmasse über FG fort, bis die gemeinsame Oberfläche mit PQ zusammenfällt. Während also das Barometer über FG mit der Zunahme der Temperatur sinkt, so muß es über EF und GH steigen, letzteres erfolgt noch stärker, wenn hier zugleich die Temperatur sinkt.

So sehen wir also, daß es nur auf die Temperaturdifferenz benachbarter Gegenden ankommt, ob und wie sich das Barometer ändern solle. Zugleich aber erkennen wir, daß das Barometer sehr bedeutend steigen oder sinken kann, ohne daß sich das Thermometer ändert; ja es geschieht öfter, daß beide Instrumente zugleich steigen. Ist man dann aber im Stande, gleichzeitige Beobachtungen aus entfernten Gegenden zu vergleichen, so findet man meistens, daß hier das Barometer noch weiter stärker stieg, daß hier also dasselbe Phänomen erfolgte, als beim Differentialthermometer, dessen eine Kugel schwach, die andere stark erwärmt wurde. Die Aenderungen beider Instrumente sind nicht immer ganz gleichzeitig, nicht selten findet sich bei näheren Untersuchungen, daß das Barometer erst stieg oder sank, nachdem das Thermometer die zugehörigen Aenderungen schon am vorhergehenden Tage gezeigt hatte. Da die Bewegungen der Luft erst Folge der Temperaturdifferenzen sind, so müssen sich letztere offenbar früher zeigen, als jene. Ja man kann besonders im Winter ziemlich sicher darauf rechnen, daß das Barometer in kurzer Zeit mehr oder weniger sinken werde, wenn die Temperatur schnell steigt.

Uebrigens bedarf es wohl kaum einer Erwähnung, daß die regelmäßigen Aenderungen der Temperatur im Laufe des Tages auf diesen Vorgang nur einen unbedeutenden Einfluß haben wer-

wenn das Thermometer fällt, und umgekehrt, und daß die eine dieser Größen zugleich mit der andern wächst. Dieser innige Zusammenhang zwischen beiden Aenderungen findet auch noch zwischen den Wendekreisen Statt. Die Messungen von Boussingault und Rivero zu Santa Fé geben uns folgende zusammengehörige Größen:

Aenderung des Barometers	Zugehörige Aenderung des Thermometers
+ 0''',53	— 0°,66
+ 0,35	— 0,28
+ 0,22	— 0,50
+ 0,09	+ 0,17
— 0,10	+ 0,31
— 0,21	+ 0,36
— 0,33	+ 0,18
— 0,50	+ 0,09

Also auch hier sehen wir denselben Zusammenhang zwischen den Schwankungen des Barometers und denen der Temperatur als in höheren Breiten. Schon ältere Physiker haben die Existenz derselben erkannt, und namentlich hat Mairan denselben ausführlich untersucht [1]. In der Folge haben mehrere Physiker, besonders L. v. Buch, darauf wieder aufmerksam gemacht, und letzterer glaubte, das Barometer könne uns eben so sicher über das Klima eines Ortes belehren, als das Thermometer [2]. Mit einem gewöhnlichen Thermometer möchte ich indessen das Barometer nicht vergleichen, vielmehr scheint es mir mit größerem Rechte den Namen eines Differentialthermometers [3] zu verdienen. Gerade so wie wir aus der Bewegung der flüssigen Säule in diesem Instrumente nur die Temperaturdifferenz beider

1) Bei de Luc recherches sur les modific. de l'atmosph. I, 170. §. 193 fg.

2) Gilbert's Ann. V, 14. — vgl. Dove in Pogg. Ann. XIII, 61[illegible]

3) Biot Traité IV, 606. Leslie kurzer Bericht von Versuchen u. Instrumenten, die sich auf das Verfahren der Luft zu Wärme und Feuchtigkeit beziehen. Uebers. von Brandes. 8. Leipzig 1823. S. 49. Gehler's Wörterb. N. A. s. v. Differentialthermometer.

Kugeln kennen lernen, möge die eine von ihnen erwärmt werden, während die andere ihre Temperatur behält, oder möge die erstere in ihrem Zustande bleiben, während man letztere erkaltet, so giebt uns das Barometer die Temperaturdifferenz benachbarter großer Länderstrecken an. Es sey (Fig. 4) AB die Oberfläche der Erde, CD die ihr parallele Oberfläche der Atmosphäre im Falle des Gleichgewichtes, und das Barometer stehe daher allenthalben auf AB gleich hoch. Ueber EF und GH behalte die Atmosphäre ihre Temperatur, sie werde aber über FG stark erwärmt, ihre Oberfläche rückt hier nach NO; ein Gleichgewicht kann nicht mehr Statt finden, es fließt ein Theil der Luftmasse über FG fort, bis die gemeinsame Oberfläche mit PQ zusammenfällt. Während also das Barometer über FG mit der Zunahme der Temperatur sinkt, so muß es über EF und GH steigen, letzteres erfolgt noch stärker, wenn hier zugleich die Temperatur sinkt.

So sehen wir also, daß es nur auf die Temperaturdifferenz benachbarter Gegenden ankommt, ob und wie sich das Barometer ändern solle. Zugleich aber erkennen wir, daß das Barometer sehr bedeutend steigen oder sinken kann, ohne daß sich das Thermometer ändert, ja es geschieht öfter, daß beide Instrumente zugleich steigen. Ist man dann aber im Stande, gleichzeitige Beobachtungen aus entfernten Gegenden zu vergleichen, so findet man meistens, daß hier das Barometer noch weiter stärker stieg, daß hier also dasselbe Phänomen erfolgte, als beim Differentialthermometer, dessen eine Kugel schwach, die andere stark erwärmt wurde. Die Aenderungen beider Instrumente sind nicht immer ganz gleichzeitig, nicht selten findet sich bei näheren Untersuchungen, daß das Barometer erst stieg oder sank, nachdem das Thermometer die zugehörigen Aenderungen schon am vorhergehenden Tage gezeigt hatte. Da die Bewegungen der Luft erst Folge der Temperaturdifferenzen sind, so müssen sich letztere offenbar früher zeigen, als jene. Ja man kann besonders im Winter ziemlich sicher darauf rechnen, daß das Barometer in kurzer Zeit mehr oder weniger sinken werde, wenn die Temperatur schnell steigt.

Uebrigens bedarf es wohl kaum einer Erwähnung, daß die regelmäßigen Aenderungen der Temperatur im Laufe des Tages auf diesen Vorgang nur einen unbedeutenden Einfluß haben wer-

chen, da sie auf der ganzen Erde gleichartig nach einem regelmäßigen Gesetze erfolgen.

Nehmen wir an, es sey b der mittlere Barometerstand, t die mittlere Temperatur des Ortes, so ließe sich das Gewicht der Atmosphäre bei der Temperatur t $\pm$ t' sehr leicht berechnen, wofern wir annehmen, daß die ganze durch Erwärmung gehobene Luftmasse abflösse. In diesem Falle ist der Barometerstand b' bei der Temperatur t + t'

$$b' = b \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot t}{1 + 0{,}00375\,(t + t')}.$$

Ohne großen Fehler können wir hier annehmen, es sey

$$b' = b \cdot \frac{1}{1 + 0{,}00375 \cdot t'}.$$

Leiten wir aus den oben gegebenen Werthen von t' die Barometerstände her, so zeigen sich bedeutende Differenzen, im Durchschnitte ist die Barometeränderung bei negativen Werthen von t' kleiner, bei den positiven größer, als der berechnete, offenbar deshalb, weil bei starker Erwärmung der Atmosphäre ein Theil der Luftmasse nicht abfließt, das Barometer sich also nicht so sehr ändert, als ohne diesen Umstand der Fall seyn würde. Setzen wir daher allgemein

$$b' = b\,\frac{1}{1 + a \cdot t'}$$

so können wir den unter diesen Umständen Statt findenden Werth von a aus den obigen Größen herleiten. Nehmen wir für Santa Fé de Bogota b = 249''', für die übrigen Orte b = 336''' und vergleichen die gleichzeitigen Werthe für die Aenderungen des Barometers, so wird bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate

Santa Fé de Bogota	a = 0,00512
Bagdad	a = 0,00496
Cambridge	a = 0,00440
Ofen	a = 0,00524
Enaford	a = 0,00532
Mittel	a = 0,00501

Wurde es schon durch den allgemeinen Zusammenhang zwischen den Aenderungen der Wärme und des Luftdruckes sehr wahrschein

lich, daß es vorzüglich die unregelmäßigen Bewegungen des Thermometers seyen, aus denen die unregelmäßigen Barometerschwankungen folgen, so erhält diese Hypothese durch die eben mitgetheilten Größen eine neue Unterstützung. Nicht blos in qualitativer Hinsicht stimmen die Erscheinungen zwischen den Wendekreisen und in den Polargegenden, an der Ostküste von America und im Innern des alten Continentes überein, sondern allenthalben zeigt das Mittel vieler Beobachtungen, daß das Barometer während eines Tages für gleiche Zu- oder Abnahme der Temperatur um dieselbe Größe steigt oder fällt.

Je mehr wir über das Ganze der Erscheinungen nachdenken, desto wahrscheinlicher wird diese Hypothese. Einen wichtigen Beleg derselben finden wir in dem Verhalten des Barometers bei verschiedenen Winden. Schon ältere Physiker fanden, daß der Luftdruck bei südlichen Winden meistens am kleinsten, bei nördlichen Winden meistens am größten sey [4]. Da sie aber gewöhnlich nur die beiden Extreme im Laufe eines Monates verglichen, so zeigten sich häufige Ausnahmen. Um diese Anomalieen zu entfernen, empfahl es Lambert im Jahre 1771, die mittlern Barometerstände bei den einzelnen Winden aufzusuchen [5], aber erst Burckhardt unternahm eine ausführliche Arbeit dieser Art. Er stellte nach 27jährigen Beobachtungen (1773—1801) die Barometerstände in Paris nach den einzelnen Winden zusammen und erhielt folgende Größen [6]:

N	337''',00	S	334''',72
NO	7,28	SW	4,82
O	6,61	W	5,93
SO	5,78	NW	6,71

Das Barometer hat also seinen höchsten Stand bei NO, seinen niedrigsten bei S oder SW; es steht bei nördlichen und östlichen Winden höher als bei südlichen und westlichen, was auch Ramond für Clermont bestätigt fand [7], so daß nach den Bemerkungen des letzteren die barometrischen Windrosen, wie

4) Halley, Mairan, Garsten, Saussure und Andere, deren Untersuchungen de Luc mittheilt.

5) J. H. Lambert deutscher gelehrter Briefwechsel IV, 107.

6) Zach Monatl. Corresp. III, 543. Schouw Klimatologie I, 94.

7) Mém. de l'Inst. 1808. S. 130.

ken, da sie auf der ganzen Erde gleichartig nach einem regelmäßigen Gesetze erfolgen.

Nehmen wir an, es sey b der mittlere Barometerstand, t die mittlere Temperatur des Ortes, so ließe sich das Gewicht der Atmosphäre bei der Temperatur t $\pm$ t' sehr leicht berechnen, wofern wir annehmen, daß die ganze durch Erwärmung gehobene Luftmasse abflösse. In diesem Falle ist der Barometerstand b' bei der Temperatur t + t'

$$b' = b \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot t}{1 + 0{,}00375\,(t + t')}.$$

Ohne großen Fehler können wir hier annehmen, es sey

$$b' = b \cdot \frac{1}{1 + 0{,}00375 \cdot t'}.$$

Leiten wir aus den oben gegebenen Werthen von t' die Barometerstände her, so zeigen sich bedeutende Differenzen, im Durchschnitte ist die Barometeränderung bei negativen Werthen von t' kleiner, bei den positiven größer, als der berechnete, offenbar deshalb, weil bei starker Erwärmung der Atmosphäre ein Theil der Luftmasse nicht abfließt, das Barometer sich also nicht so sehr ändert, als ohne diesen Umstand der Fall seyn würde. Setzen wir daher allgemein

$$b' = b\,\frac{1}{1 + a \cdot t'}$$

so können wir den unter diesen Umständen Statt findenden Werth von a aus den obigen Größen herleiten. Nehmen wir für Santa Fé de Bogota b = 249''', für die übrigen Orte b = 336''' und vergleichen die gleichzeitigen Werthe für die Aenderungen des Barometers, so wird bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate

Santa Fé de Bogota	a = 0,00512
Bagdad	a = 0,00496
Cambridge . . .	a = 0,00440
Ofen	a = 0,00524
Spaflord	a = 0,00532
Mittel	a = 0,00501

Wurde es schon durch den allgemeinen Zusammenhang zwischen den Aenderungen der Wärme und des Luftdruckes sehr wahrschein-

lich, daß es vorzüglich die unregelmäßigen Bewegungen des Thermometers seyen, aus denen die unregelmäßigen Barometerschwankungen folgen, so erhält diese Hypothese durch die eben mitgetheilten Größen eine neue Unterstützung. Nicht blos in qualitativer Hinsicht stimmen die Erscheinungen zwischen den Wendekreisen und in den Polargegenden, an der Ostküste von America und im Innern des alten Continentes überein, sondern allenthalben zeigt das Mittel vieler Beobachtungen, daß das Barometer während eines Tages für gleiche Zu- oder Abnahme der Temperatur um dieselbe Größe steigt oder fällt.

Je mehr wir über das Ganze der Erscheinungen nachdenken, desto wahrscheinlicher wird diese Hypothese. Einen wichtigen Beleg derselben finden wir in dem Verhalten des Barometers bei verschiedenen Winden. Schon ältere Physiker fanden, daß der Luftdruck bei südlichen Winden meistens am kleinsten, bei nördlichen Winden meistens am größten sey [4]). Da sie aber gewöhnlich nur die beiden Extreme im Laufe eines Monates verglichen, so zeigten sich häufige Ausnahmen. Um diese Anomalieen zu entfernen, empfahl es Lambert im Jahre 1771, die mittlern Barometerstände bei den einzelnen Winden aufzusuchen [5]), aber erst Burckhardt unternahm eine ausführliche Arbeit dieser Art. Er stellte nach 27jährigen Beobachtungen (1773—1801) die Barometerstände in Paris nach den einzelnen Winden zusammen und erhielt folgende Größen [6]):

N	337''',00	S	334''',72
NO	7,28	SW	4,82
O	6,61	W	5,93
SO	5,78	NW	6,71

Das Barometer hat also seinen höchsten Stand bei NO, seinen niedrigsten bei S oder SW; es steht bei nördlichen und östlichen Winden höher als bei südlichen und westlichen, was auch Ramond für Clermont bestätigt fand [7]), so daß nach den Bemerkungen des letzteren die barometrischen Windrosen, wie

4) Halley, Mairan, Garsten, Saussure und Andere, deren Untersuchungen de Luc mittheilt.

5) J. H. Lambert deutscher gelehrter Briefwechsel IV, 107.

6) Zach Monatl. Corresp. III, 543. Schouw Klimatologie I, 94.

7) Mém. de l'Inst. 1808. S. 130.

L. v. Buch diese Curven nennt 8), weit besser zur Bestimmung der Windrichtungen sind, als die häufig von Localströmen gedrehten Windfahnen. Durch Buch's Arbeiten wurden mehrere wichtige Gesetze in Betreff dieser Schwankungen bekannt, und verschiedene Physiker haben sich bemüht, den Gang dieser Oscillationen an verschiedenen Orten nachzuweisen. Die folgende Tafel enthält die gefundenen Größen:

Wind	London 9)	Middelburg 10)	Hamburg 11)	Copenhagen 12)	Apenrade 13)	Paris 14)
N	336''',55	338''',06	336''',4	338''',91	336''',16	336''',50
NO	7,22	7,67	6,8	9,18	7,15	6,68
O	6,43	7,58	6,5	8,54	6,69	5,68
SO	5,50	5,57	6,2	6,64	7,14	4,26
S	4,41	3,93	4,9	6,70	4,25	3,87
SW	4,80	4,45	4,6	6,51	5,16	4,03
W	5,70	6,06	5,5	7,88	6,84	4,94
NW	6,03	6,48	6,2	8,45	6,45	5,92
Mittel	5,83	6,22	5,9	7,91	5,92	5,23

Wind	Minden 14a)	Berlin 15)	Wien 16)	Ofen 17)	Mitau 18)	Stockholm 19)
N	336''',97	336''',32	332''',43	329''',81	329''',40	335''',98
NO	7,07	6,62	2,09	30,29	30,28	6,41
O	6,83	6,36	0,60	29,48	29,77	5,71
SO	5,35	4,55	1,72	30,62	28,81	4,57
S	4,64	3,06	1,47	28,87	28,32	4,20
SW	4,81	3,61	0,65	28,27	28,19	4,30
W	5,39	5,13	0,63	29,24	28,51	5,15
NW	6,97	6,85	2,10	29,70	28,82	5,88
Mittel	5,99	5,14	1,49	29,49	29,01	5,21

8) Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 103.
9) 9jähr. Beob. (1776—81, 87—89) aus den Phil. Trans.
10) 5jähr. Beob. (1782—86) von van de Perre, berechnet von Buch in Abh. d. Berl. Acad. 1818—19. S. 107.
11) Buek in Hamburgs Klima und Witterung S. 68.
12) 2jähr. Beob. von Schouw Klimatologie Heft I. S. 88.
13) 2jähr. Beob. von Neuber das. S. 91.
14) 11jähr. Mittagsbeob. von Bouvard von mir berechnet. — Eine treffliche Abhandlung über die barometrische Windrose zu Paris von Dove in Poggendorff's Ann. XI, 545.
14a) 7jähr. Beob. (1815—21), deren Resultate von Prof. Hoffmann berechnet und mir mitgetheilt wurden. Irre ich nicht, so heißt der Beobachter Heter und ist Lehrer an dem dortigen Gymnasium.
15) 5jähr. Beob. (1782—86) von Beguelin berechnet von Buch l. l.
16) Baumgartner's Naturlehre 3te Aufl. §. 348. S. 715.
17) 5jähr. Beob. 1782—86) von Weiß, berechnet von Buch l. l.
18) 5jähr. Beob. (1785, 86, 89, 91, 92) von Engel und Strittet ohne Angabe des Thermometers, berechnet von mir.
19) 9jähr. Beob. (1784—92) von Nicander in den Mannh. Ephem. berechnet von mir.

Die sämmtlichen Orte zeigen das oben erwähnte Gesetz, allenthalben nämlich steht das Barometer bei N oder NO Winden am höchsten, bei S oder SW am niedrigsten, und zwischen beiden findet ein mehr oder weniger regelmäßiger Uebergang Statt. Um die Anomalieen zu entfernen, wenden wir die häufig benutzte Interpolationsformel an; dann erhalten wir, wenn die Winde von N nach O gezählt werden:

London:

$$B_n = 335''',829 + 1''',178 \sin(n . 45^\circ + 63^\circ 57') + 0''',317 \sin(n . 90^\circ + 292^\circ 39')$$

Middelburg:

$$B_n = 336''',224 + 1''',932 \sin(n . 45^\circ + 65^\circ 50') + 0''',411 \sin(n . 90^\circ + 272^\circ 27')$$

Hamburg:

$$B_n = 335''',862 + 0''',965 \sin(n . 45^\circ + 52^\circ 22') + 0''',279 \sin(n . 90^\circ + 206^\circ 34')$$

Copenhagen:

$$B_n = 337''',789 + 1''',415 \sin(n . 45^\circ + 71^\circ 48') + 0''',169 \sin(n . 90^\circ + 332^\circ 41')$$

Apenrade:

$$B_n = 336''',155 + 0''',919 \sin(n . 45^\circ + 50^\circ 21') + 0''',707 \sin(n . 90^\circ + 243^\circ 4')$$

Paris:

$$B_n = 335''',235 + 1''',474 \sin(n . 45^\circ + 75^\circ 47') + 0''',142 \sin(n . 90^\circ + 339^\circ 26')$$

Die von Burckhardt mitgetheilten Resultate geben den Ausdruck:

$$B_n = 336''',106 + 1''',249 \sin(n . 45^\circ + 69^\circ 21') + 0''',227 \sin(n . 90^\circ + 244^\circ 34')$$

Minden:

$$B_n = 335''',992 + 1''',379 \sin(n . 45^\circ + 69^\circ 51') + 0''',212 \sin(n . 90^\circ + 237^\circ 36')$$

Berlin:

$$B_n = 335''',188 + 1''',622 \sin(n . 45^\circ + 69^\circ 56') + 0''',540 \sin(n . 90^\circ + 257^\circ 27')$$

Wien:

$$B_n = 331''',486 + 0''',576 \sin(n \,.\, 45^\circ + 76^\circ\, 59') + 0''',674 \sin(n \,.\, 90^\circ + 113^\circ\, 37')$$

Ofen:

$$B_n = 329''',535 + 0''',721 \sin(n \,.\, 45^\circ + 36^\circ\, 32') + 0''',441 \sin(n \,.\, 90^\circ + 181^\circ\, 18')$$

Moscau:

$$B_n = 329''',013 + 0''',919 \sin(n \,.\, 45^\circ + 44^\circ\, 17') + 0''',251 \sin(n \,.\, 90^\circ + 326^\circ\, 50')$$

Stockholm:

$$B_n = 335''',212 + 1''',035 \sin(n \,.\, 45^\circ + 68^\circ\, 13') + 0''',255 \sin(n \,.\, 90^\circ + 318^\circ\, 11')$$

Leiten wir hieraus diejenigen Punkte des Horizontes her, aus denen der Wind wehen muß, wenn das Barometer seinen höchsten oder niedrigsten Stand haben soll, so erhalten wir folgende Windstriche und Barometerstände:

	Maximum		Minimum		Untersch.
London	N 47° O	337''',07	S	334''',49	2''',58
Middelburg	N 47 O	338,05	S 11 W	333,97	4,08
Hamburg	N 72 O	336,61	S 34 W	334,40	2,21
Copenhagen	N 30 O	339,26	S 6 W	336,36	2,90
Paris	N 24 O	337,16	S 3 W	334,64	2,52
Minden	N 27 O	337,16	S 18 W	334,48	2,68
Berlin	N 58 O	336,60	S 12 W	333,05	3,55
Moscau	N 53 O	330,16	S 13 W	328,21	1,95
Stockholm	N 43 O	336,36	S 2 W	334,08	2,28

Die hier mitgetheilten Größen stimmen so weit überein, als man es bei Untersuchungen dieser Art erwarten kann, da, wie bereits mehrfach erwähnt worden ist, bei Aufzeichnung der Winde ein mehr oder weniger großer Fehler begangen wird. So weit die Beobachtungen reichen, scheint die Abhängigkeit des Barometerstandes von den Winden fast allenthalben denselben Gesetzen zu folgen; denn die Richtung der Winde, bei denen das Baro-

meter am höchsten oder niedrigsten steht, ist in London und Middelburg eben so als in Moscau und Stockholm. Nur Apenrade macht unter den Orten des westlichen Europa eine Ausnahme von dem allgemeinen Verhalten, jedenfalls deshalb, weil noch nicht alle Anomalieen entfernt sind. Nehmen wir das Mittel aus den in obiger Tafel enthaltenen Größen, so erhalten wir

Maximum bei N 45° O, Minimum bei S 11° W.

Suchen wir eben so die Punkte auf, bei denen das Barometer seinen mittlern Stand hat, so erhalten wir

	Oestlicher Horizont	Westlicher Horizont
London	S 63° O	N 69° W
Middelburg	S 61 O	N 74 W
Hamburg	S 39 O	N 65 W
Copenhagen	S 71 O	N 71 W
Paris	S 76 O	N 75 W
Minden	S 64 O	N 77 W
Berlin	S 87 O	N 89 W
Moscau	S 55 O	N 32 W
Stockholm	S 69 O	N 67 W

Nehmen wir das Mittel aus diesen Messungen, so finden wir für die beiden Winde, bei denen das Barometer den mittlern Stand hat,

S 65° O und N 69° W

Von diesem allgemeinen Gesetze machen Apenrade, Wien und Ofen jedoch Ausnahmen. Ersteren Ort anlangend, so ist es gewiß, daß hier noch nicht alle Anomalieen entfernt sind, und daß hier eine längere Reihe von Beobachtungen nahe dieselben Gesetze zeigen würde, als an den übrigen Punkten des westlichen Europa. Weit schwieriger dagegen ist das Verhalten des Barometers in Oestreich und Ungarn zu erklären. Die Curve, welche uns die Abhängigkeit des Barometers von der Windrichtung angiebt, ist sowohl in Wien als in Ofen eine Curve mit doppelter Krümmung, indem das Barometer an beiden Orten übereinstimmend von NO nach O sinkt, und dann bei SO wieder höher steht. Um diese Anomalie zu erklären, müßten die geographischen und meteo-

Bestimmen wir die Constanten dieses Ausdruckes für Paris, so wird [25])

$$B_n = 343''',820 + 0''',9801 \sin \tfrac{1}{2} (19^\circ 42' + n . 45^\circ) - 0''',677 . t$$

Die folgende Tafel enthält die Vergleichung zwischen den beobachteten und den nach dieser Gleichung berechneten Größen:

Wind	t	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
N	12°,02	336''',50	336''',51	+ 0''',01
NO	11,76	6,68	6,83	+ 0,05
O	13,50	5,68	5,65	— 0,03
SO	15,25	4,26	4,30	+ 0,04
S	15,43	3,87	3,90	+ 0,03
SW	14,92	4,03	3,89	— 0,14
W	13,64	4,94	4,81	— 0,13
NW	12,39	5,92	6,00	+ 0,08

Die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Größen sind so unbedeutend, daß wir sie übersehen können. Die Richtung der mittlern Luftströmung ist zufolge des obigen aus den Barometerständen hergeleiteten Ausdruckes S 64° 42′ W, die directen Windbeobachtungen geben dafür S 68° W [26]); der Unterschied zwischen beiden ist so unbedeutend, daß er keine Beachtung verdient.

Ist diese Hypothese richtig, so sehen wir auch, weshalb der höchste Barometerstand weit näher von O liegt, als der niedrigste Thermometerstand. Zwar findet die kleinste Wärme bei einem Winde Statt, welcher nur einige Grade östlich von N liegt, die vorherrschende Luftströmung aber fällt mehr oder weniger mit W zusammen. Würde daher die Abhängigkeit des Luftdruckes nur durch die Temperatur bestimmt, so würde das Maximum mehr bei N liegen; wäre nur die erwähnte Anhäufung der Luft wirksam, so fiele es mit O zusammen, beide Umstände combinirt geben uns nahe NO.

Zugleich sehen wir hieraus, weshalb die barometrische Windrose von den Jahreszeiten abhängt, ohne daß immer der niedrigste Ba-

25) Allgemeine Literaturzeitung 1828. Erg. Bl. S. 546.

26) Bd. I. S. 223.

Barometerstand und der höchste Thermometerstand zusammenfallen. So geben uns die Stockholmer Beobachtungen folgende Größen:

Wind	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
N	335''',64	336''',44	335''',37	336''',48
NO	4,90	6,89	6,13	7,58
O	4,77	6,80	5,70	5,35
SO	3,05	5,84	4,85	4,57
S	2,56	5,60	4,98	5,60
SW	3,74	4,89	4,30	4,37
W	3,50	5,91	5,62	5,76
NW	4,61	6,22	4,77	5,85

m Winter ist S derjenige Wind, bei welchem das Barometer n niedrigsten steht, nicht blos weil er der wärmste ist, sondern ich weil er mit der mittleren Luftströmung nahe zusammenfällt. m Sommer dagegen, wo der Wind mehr nach Norden gerückt , finden wir, daß beim SO, welcher der allgemeinen Luftströmung entgegengesetzt ist, der Luftdruck größer sey, als bei SW, ngeachtet die Temperatur beider wenig verschieden ist. Eben eses beweisen die Resultate der Messungen zu London, Paris, Moscau und Ofen. Allenthalben ist der SO-Wind im Sommer ärmer als der SW [27]), aber dennoch entspricht jenem wegen r Anhäufung der Luftmassen ein höherer Barometerstand, als iesem. Ich übergehe jedoch hier die nähere Untersuchung dieses egenstandes, weil zur Auffindung so kleiner Differenzen Messungen erforderlich seyn würden, bei denen zunächst der Einfluß der ampfatmosphäre entfernt wäre, und ich verweise denjenigen, elcher den Gegenstand näher prüfen will, auf die von Dove [28]) s den Pariser Beobachtungen hergeleiteten Größen.

In dieser Abhandlung macht Dove auf einen Umstand aufmerksam, welcher sehr zu Gunsten seiner früher erwähnten Hypothese über die Drehung des Windes spricht, indem er nachweist, man sich des Barometers bedienen könne, die Richtung in der derung des Windes zu finden. Während in dem Pariser

[27]) S. oben S. 28.

[28]) Poggendorff's Annalen XI, 545.

Journale nur eine einzige Windrichtung mitgetheilt wird, wel-
entweder die mittlere oder die um Mittag beobachtete ist, find-
wir vier Angaben des Luftdruckes, um 21^h, 0^h, 3^h und 9
Nennen wir nun den westlichen Theil der Windrose, vom barom-
trischen Minimum bis zum barometrischen Maximum, die We-
seite der Windrose, den übrig bleibenden Theil derselben die O-
seite, so wird, wenn der Wind im Mittel sich in der Richtung

N, O, S, W

durch die Windrose dreht, unter den Windrichtungen, aus den-
das Mittel genommen ist, auf der Westseite die Abendbeoba-
tung dem mehr nördlichen Winde entsprechen, auf der Ostse-
den südlicheren. Abstrahiren wir also von den täglichen Variati-
nen, so wird auf der Westseite der Windrose d-
Barometer vom Morgen bis Abend continuirli-
steigen müssen, auf der Ostseite fallen. In der fo-
genden Tafel ist die barometrische Windrose um 21^h und 9^h nach
der Zusammenstellung von Dove in Millimetern mitgetheilt; die
letzte Spalte enthält die Aenderung vom Morgen bis zum Abend
mit Berücksichtigung der täglichen Variation; das Zeichen — be-
deutet, daß das Barometer gesunken, + daß es gestiegen war.

Wind	21 Uhr	9 Uhr	Aenderung in 12 Stunden
N	759,79	760,00	+ 1,29
NNO	759,43	759,26	— 0,17
NO	9,66	9,43	— 0,23
ONO	8,53	7,36	— 1,17
O	7,79	6,58	— 1,21
OSO	4,43	3,03	— 1,40
SO	4,34	3,17	— 1,17
SSO	4,18	3,02	— 1,16
S	3,18	2,04	— 1,14
SSW	2,66	1,53	— 1,13
SW	3,46	3,25	— 0,21
WSW	4,51	4,58	+ 0,07
W	4,65	5,65	+ 1,00
WNW	6,14	7,50	+ 1,36
NW	7,41	8,57	+ 1,16
NNW	6,89	8,26	+ 1,37

In Beziehung auf den Gang des Barometers ausgesprochen,
eißt die regelmäßige Drehung des Windes: das Barometer
teigt mit westlichen Winden, fällt mit östlichen.

Die Orte, an denen wir bisher die barometrischen Wind-
osen betrachtet haben, gehören zu der nördlich von den Alpen
egenden Gruppe europäischer Klimate. Wie es sich in dieser
hinsicht in andern Gegenden der Erde verhalte, ist noch nicht
ntersucht. Es ist sehr zu wünschen, daß Beobachter im süd-
chen Frankreich, Italien und dem östlichen Europa ihre Auf-
erksamkeit auf diesen Gegenstand richten. An den östlichen Kü-
en der Continente konnte ich nur zweijährige (1785 u. 86) gute
eobachtungen von Williams zu Cambridge [29]) und 6jährige
ittelmäßige Beobachtungen von Amiot zu Pecking [30]) benutzen.
ssen beide auch mehr Aufzeichnungen in jenen Gegenden wün-
hen, so können sie doch dazu dienen, die Verhältnisse im Allge-
einen zu übersehen. Ich habe beiden noch die Resultate des
agebuches hinzugefügt, welches Wales im Fort Churchill an
r Hudsonsbai hielt [31]).

Wind	Cambridge	Pecking	Fort Churchill
N	335''',94	335''',58	335''',48
NO	6,34	5,48	4,89
O	6,96	4,46	4,59
SO	5,61	3,32	4,86
S	5,33	4,23	4,19
SW	5,39	4,11	4,39
W	5,99	4,99	5,21
NW	6,87	5,85	8,62

allen Orten sind also die südlichen Winde diejenigen, bei denen
s Barometer am niedrigsten steht, dagegen scheint sowohl in
mbridge als Pecking das Barometer höher zu stehen, wenn der
ind aus N kommt, als bei NO, offenbar wegen geringerer
nperatur der nordwestlich liegenden Gegenden. Künftige Un-

9) In den Mannheimer Ephemeriden.
0) Mém. prés. VI, 519.
1) Phil. Trans. 1770. p. 137.

tersuchungen, wenn eine größere Zahl von Messungen bekannt ge-
macht seyn wird, müssen dieses Verhalten näher bestimmen.

Es ist bereits früher erwähnt, daß es gegenwärtig bei Ver-
gleichung der unregelmäßigen Barometerschwankungen in verschie-
denen Gegenden am vortheilhaftesten ist, den mittlern Unterschie
zwischen den Extremen in jedem Monate zu berücksichtigen, da e
uns noch ganz an Thatsachen fehlt, um die unregelmäßigen Aend
rungen während eines Tages in verschiedenen Gegenden zu ve
gleichen. Es ist ferner bemerkt, daß das Mittel der Unterschi
zwischen den Extremen im Laufe eines Jahres an jedem Orte n
constant sey, so daß wir durch Messungen von wenigen Jah
Größen erhalten, welche der Wahrheit sehr nahe kom
Eine nähere Betrachtung dieser Differenzen zeigt uns dieselbe
hängigkeit von den Jahreszeiten, welche wir bereits oben von
unregelmäßigen täglichen Aenderungen bemerkten. L. v. B
welcher zuerst die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Um
lenkte[32]), machte bereits auf mehrere wichtige klimatische
renzen in Betreff dieser monatlichen Oscillationen aufmer
Die folgende Tafel enthält diese Differenzen an verschiedene
ten der nördlichen Halbkugel.

32) Gilbert's Annalen V, 10.

Monat	Havanna [33])	Sta. Cruz Teneriffa [34])	Funchal Madera [35])	Rom [36])	St. Gotthardt [37])
[nuar]	5''',0	7''',0	6''',5	11''',2	10''',8
[ruar]	4,0	5,6	5,9	10,2	10,0
[rz]	3,2	5,3	5,2	9,5	8,9
[il]	2,4	4,5	5,4	8,0	8,0
[i]	1,4	3,1	4,3	7,0	7,7
[ius]	1,9	1,9	3,6	4,9	6,1
[ius]	1,6	2,1	2,4	4,2	5,6
[ust]	1,6	2,1	2,3	4,1	5,7
[tember]	2,8	2,3	3,2	5,7	7,1
[ober]	3,7	3,7	4,7	7,6	7,4
[ember]	2,6	3,4	5,6	8,7	8,6
[ember]	3,8	4,2	6,2	10,0	9,5
[r]	2,84	3,76	4,62	7,60	7,96

Monat	Turin [38])	Ofen [39])	Padua [40])	München [41])	Regensburg [42])
[uar]	11''',1	13''',0	12''',7	13''',0	12''',8
[uar]	10,2	11,0	11,4	12,2	12,6
	10,0	11,0	11,0	10,9	11,8
	8,7	8,7	9,1	9,5	10,1
	6,6	7,6	7,2	7,1	8,3
	6,2	6,2	6,1	6,8	6,9
	5,4	5,6	5,7	6,0	6,3
	4,7	5,6	5,5	6,3	6,7
[mber]	6,4	6,9	7,4	8,2	8,4
	8,2	8,4	8,9	9,0	9,7
[ber]	9,0	10,5	9,8	10,7	10,7
[r]	9,7	11,6	11,6	11,4	12,9
	8,02	8,83	8,87	9,26	9,76

[33]) Jahre, nämlich 1 Jahr von **Robredo** bei **Humboldt** Vo[y]. XI, 271. und 2 Jahre von **Ramond de la Sagra** in [..]l. univ. April u. Mai 1827.

[34]) Jahre von **Escolar** bei **Buch** in Abh. d. Berl. Acad. 1818. [..]0.

[35]) [..]r 8 Jahre, nämlich März 1749 bis Junius 1753 von **Heber**[den] in Phil. Trans. XLII, 358. und 1826—29 von **Heinecken** [P]hil. Mag. N. S. II, 370, **Brewster's** Edinb. Journ. [..] [..],73. N. S. I, 34. u. III, 238.

[36]) [..]hr. Beob. von **Calandrelli** bei **Buch** in Abh. d. Berl. [..] 1818. p. 100.

[37]) [..]r. Beob. (Junius 1781 — Decbr. 1792) von **Dauphrius** in [M]annh. Ephem.

[38]) [..]r. Beob. 1787—1806) von **Bonin**, mitgetheilt von **Vas-Eandi** in Mém. de Turin 1806. S. 57.

[39]) [..]r. Beob. (1782—86, 88—92) von **Weiß** und **Bruna** in [Ma]nnh. Ephem.

[40]) [..]r. Beob. 1781—92) von **Toaldo** in den Mannh. Ephem.

[41]) [..]r. Beob. (1781—92) von **Huebpauer** in den Mannh. Ephem.

[42]) [..]r. Beob. von **Pl. Heinrich** bei **Cotte** Mém. II, 522, [M]annh. Ephem. und in **Schweigger's** Jahrbuch.

Monat	Paris [43])	Berlin [44])	Hamburg [45])	Brüssel [46])	Copenhagen [47])	Stockholm [48])
Januar	13''',2	14''',4	14''',4	14''',8	15''',1	16''',5
Februar	13,0	14,6	13,7	14,1	15,6	17,0
März	12,0	12,5	14,7	12,4	13,7	13,1
April	11,5	11,0	10,7	10,9	12,7	11,3
Mai	9,0	9,2	9,6	9,3	9,8	11,5
Junius	8,2	7,6	8,6	8,3	8,7	10,6
Julius	6,8	7,5	7,0	8,0	8,6	8,7
August	7,8	7,9	7,3	8,8	9,3	10,6
Septbr.	9,7	10,3	9,6	10,7	11,7	13,1
October	8,0	10,7	11,8	11,3	13,0	14,2
Novbr.	12,2	13,5	12,9	13,2	14,4	15,9
Decbr.	14,2	15,0	14,5	14,6	15,2	17,0
Jahr	10,49	11,19	12,21	11,37	12,31	13,24

Die sämmtlichen in der obigen Tafel mitgetheilten Größen zeigen hinreichend, daß das Barometer im Sommer weit ruhiger steht, als im Winter. Um jedoch die noch vorhandenen Anomalieen zu entfernen und den Gang des Phänomenes besser zu übersehen, will ich auf diese Größen den Ausdruck

$$D_n = D + a \sin(n \cdot 30^\circ + v) + b \sin(n \cdot 60^\circ + v')$$

anwenden, wo D_n die dem nten Monate entsprechende Differenz zwischen den Extremen angiebt, a, b, v, v' und D constante durch die Beobachtungen zu bestimmende Größen sind. Wird dann das Jahr vom 1sten Januar an gerechnet, so erhalten wir folgende Gleichungen:

Havanna:

$$D_n = 2''',833 + 1''',324 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 79^\circ\,8'\} + 0''',335 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 4^\circ\,57'\}$$

---

43) 42jähr. Beob., nämlich 33 Jahre von Messier bei Cotte Mém. II, 489 und 9 Jahre (1818—26) auf der Sternwarte.

44) 16jähr. Beob. von Beguelin bei Cotte Mém. II, 260. und Buch in Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 100.

45) 18jähr. Beob. bei Buek Hamburg's Klima und Witterung S. 60.

46) 18jähr. Beob., nämlich 8 Jahre von Poéderlé bei Cotte Mém. II, 281 und in den Mannh. Ephem.

47) 16jähr. Beob. von Bugge, nämlich 1766—75 bei Cotte Mém. II, 213 und 1782—88 in den Mannh. Ephem.

48) 10jähr. Beob. (1783—92) von Nicander in den Mannh. Ephem.

Santa Cruz auf Teneriffa:

$$D_n = 3''',762 + 2''',066 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 56^\circ\,8'\right\} + 0''',404 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 348^\circ\,16'\right\}$$

Funchal auf Madera:

$$D_n = 4''',617 + 1''',677 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 64^\circ\,7'\right\} + 0''',461 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 152^\circ\,20'\right\}$$

Rom:

$$D_n = 7''',600 + 3''',286 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 66^\circ\,59'\right\} + 0''',231 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 284^\circ\,25'\right\}$$

St. Gotthardt:

$$D_n = 7''',956 + 2''',217 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 66^\circ\,50'\right\} + 0''',069 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 87^\circ\,34'\right\}$$

Turin:

$$D_n = 8''',018 + 3''',111 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 67^\circ\,27'\right\} + 0''',310 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 258^\circ\,18'\right\}$$

Ofen:

$$D_n = 8''',835 + 3''',396 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 70^\circ\,52'\right\} + 0''',316 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 126^\circ\,24'\right\}$$

Padua:

$$D_n = 8''',873 + 3''',346 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 71^\circ\,11'\right\} + 0''',085 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 337^\circ\,56'\right\}$$

München:

$$D_n = 9''',264 + 3''',218 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 73^\circ\,40'\right\} + 0''',266 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 349^\circ\,2'\right\}$$

Regensburg:

$$D_n = 9''',760 + 3''',310 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 71^\circ\,24'\right\} + 0''',154 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 283^\circ\,8'\right\}$$

Paris:

$$D_n = 10''',488 + 3''',179 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 68^\circ\,14'\right\} + 0''',185 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 111^\circ\,56'\right\}$$

Berlin:

$$D_n = 11''',195 + 3''',736 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 80^\circ\,32'\} + 0''',013 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 326^\circ\,20'\}$$

Hamburg:

$$D_n = 11''',207 + 3''',711 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 73^\circ\,11'\} + 0''',411 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 233^\circ\,57'\}$$

Brüssel:

$$D_n = 11''',367 + 3''',263 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 80^\circ\,26'\} + 0''',129 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 21^\circ\,3'\}$$

Copenhagen:

$$D_n = 12''',313 + 3''',493 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 82^\circ\,21'\} + 0''',504 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 276^\circ\,0'\}$$

Stockholm:

$$D_n = 13''',245 + 3''',753 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 92^\circ\,45'\} + 0''',118 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 130^\circ\,35'\}$$

Um hier nicht zu ausführlich zu werden, übergehe ich eine nähere Vergleichung der beobachteten und berechneten Werthe; an allen Orten stimmen diese so gut überein, als man es bei einer Untersuchung dieser Art verlangen kann. Erwägen wir nun genauer die Bedeutung der Größen, welche obige Tafel enthält, so müssen wir sie als mittlere Werthe der Gränzen ansehen, zwischen denen sich der Stand des Barometers in einem Zeitraume von 30 Tagen befindet, dessen Mitte genau dem 15ten eines jeden Monates entspricht. Ganz auf dieselbe Art können wir diese Gränzen in jeder andern beliebig im Jahre liegenden Zeitintervalle von 30 Tagen berechnen, wofern wir nur den der Mitte entsprechenden Werth von n in die obigen Formeln setzen. Folgern wir also z. B. aus der Gleichung, welche den Gang dieses Phänomenes in Paris ausdrückt, der kleinste Werth von D_n entspreche dem 28sten Julius, so heißt dieses, der Unterschied zwischen den Extremen sei am kleinsten, das Barometer stehe also am ruhigsten in dem Zeitraume von 30 Tagen, in dessen Mitte der 28ste Julius liegt, also in der Zeit vom 13ten Julius bis zum 13ten August. Ganz dasselbe müssen wir von den Tagen annehmen, welchen der größte

oder mittlere Werth dieses Unterschiedes zwischen den Extremen entspricht.

Betrachten wir nun die obigen Ausdrücke näher, so zeigt sich eine sehr große Uebereinstimmung zwischen den Werthen des Hülfswinkels v im zweiten Gliede auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens, indem nur Santa Cruz und Stockholm eine bedeutende Abweichung von den übrigen Größen zeigen. Aber dieser Winkel ist es auch vorzüglich, von welchem der Gang des Phänomenes im Laufe des Jahres abhängt; es wird sich also der mittlere Werth

$$v = 72^\circ\,48'$$

sehr wenig von der Wahrheit entfernen. Weniger läßt sich über die Größe des Hülfswinkels im zweiten Gliede sagen, da dieser fast in allen Quadranten liegt; auch die Coefficienten zeigen keine solche Uebereinstimmung, daß man ihre Abhängigkeit von dem mittlern Werthe oder den Extremen durch eine so einfache Relation angeben könnte, als bei Betrachtung des Ganges der Temperatur geschah [49]). Jedoch setzt uns die Kenntniß dieses Hülfswinkels in den Stand, den Gang und den mittlern Werth dieses Umfanges der mittlern Oscillationen auch an solchen Orten zu bestimmen, wo kein ganzes Jahr hindurch regelmäßige Messungen angestellt sind. Haben wir nur diese Differenzen in wenigstens vier Monaten, so lassen sich in der Function

$$D_n = D + a \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 72^\circ\,48'\right\} + b \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + v'\right\}$$

die fehlenden Größen leicht bestimmen. Selbst dann, wenn in höhern Breiten nur ein oder wenige Jahre hindurch beobachtet ist, giebt dieser Ausdruck für den mittlern Werth D ein Resultat, welches der Wahrheit näher kommt, als das arithmetische Mittel der in den einzelnen Monaten erhaltenen Größen.

Das erste veränderliche Glied unserer Formel läßt sich etwas anders schreiben; nach den bekannten Relationen zwischen den trigonometrischen Linien in den verschiedenen Quadranten ist nämlich

$$a \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 72^\circ\,48'\right\} = -a \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 252^\circ\,48'\right\}$$

49) Bd. I. S. 124.

beiden Monate stimmt also nahe mit der mittlern jährlichen Größe überein, wie ich dieses schon früher bemerkt habe [53]).

Diese vier Tage stimmen sehr nahe mit denjenigen überein, welche früher für die analogen Punkte in den jährlichen Temperaturen gegeben wurden [54]). Wir finden nämlich:

Temperatur		Barometerschwankungen	
Minimum	14 Januar	Maximum	19 April
Medium	24 April	Medium	18 April
Maximum	26 Julius	Minimum	16 Julius
Medium	21 October	Medium	18 October

Die Unterschiede zwischen beiden sind völlig zu übersehen. Die große Uebereinstimmung, welche wir in dem Obigen zwischen dem Gange der Temperatur und dem der unregelmäßigen Bewegungen des Barometers erkannt haben, zeigt aufs Neue, wie innig die Oscillationen im Drucke der Luft mit denen der Temperatur zusammenhängen. Im Winter, wo die directe Einwirkung der Sonne auf die Erwärmung der Luft einen weit geringern Einfluß hat, als die gehemmte oder beförderte Ausstrahlung der Luft, sind bedeutende Wärmedifferenzen zwischen benachbarten Gegenden und mithin unregelmäßige Bewegungen der Luft weit leichter möglich, als im Sommer. Es darf nur der Himmel über einer großen Landstrecke bewölkt, über einer andern heiter seyn, so wird dort eine hohe, hier eine niedrige Temperatur Statt finden, Luftströmungen und unregelmäßige Bewegungen des Barometers sind eine Folge davon. Aber die Winde selbst müssen in den verschiedenen Jahreszeiten einen sehr ungleichen Einfluß auf die Aenderung der Temperatur und mithin auf die Oscillationen des Luftdruckes haben. Bleiben wir hier nur bei der Temperaturdifferenz in demselben Meridiane stehen, so ist diese im Sommer weit geringer als im Winter. So beträgt der mittlere Unterschied der Temperatur zwischen Rom und Upsala im Winter 12°,5, im Sommer 7°,1, zwischen Upsala und Enontekis im Winter 13°,4, im Sommer 3°,0. Luftmassen, die stets aus derselben Gegend

53) Allgemeine Literatur-Zeitung, November 182?. No. 271. S. 512 und Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 168.

54) Th. I. S. 127.

91) 1[illegible]jähr. Beob. von Guettard bei Cotte Mén. S[illegible]

92) 13jähr. Beob. von Meyer und Kraft bei L. vann. [illegible]

93) 5jähr. Beob. von Burney in Ann. of phil. IX, Sc.[illegible]

94) 5jähr. Beob. von Mohr bei Cotte Mém. II, l[illegible]

95) 5jähr. Beob. von van de Perre, mitgetheilt v[illegible] Mé[illegible]

96) 3jähr. Beob. (1784—86) von Wilse in den Ma[illegible]

97) 12jähr. Beob. von Holmquist bei Buch in [illegible]

98) 8jähr. Beob. von Hellant, mitgetheilt von Nic[illegible]

99) 3jähr. Beob. von Brouwer bei Cotte Mém.

100) 10jähr. Beob. aus den Mannh. Ephemeriden.

hweb. Acad. 1768. XXV, 108.
of phil.

iskaberne.
m. II, 473. Auffallend ist die geringe Größe der Schwankungen in
im mittlern Theil der Vereinigten Staaten einen so großen Einfluß
rakter des Continental-Climas hervor. Beob. im Jahre 1772 von
hil. Soc. II, 123) in etwa 43° N geben für diesen Ort 15''',04.
l. Berl. Acad. 1818. S. 100.
videnskaberne.

61) 12jähr. Beob. in den Mannheimer Ephemeriden.

62) 6jähr. Beob. von Delapolinière bei Cotte N.

63) 6jähr. Beob. von le Pecq de la Cloture bei C

64) 2jähr. Beob. von Engel und 7jähr. von Stritter i

65) 11jähr. Beob. von Preus in den Mannh. Ephem.

66) 5jähr. Beob. von Musschenbroek und Brun-nier, von welchem 4 Jahre herrühren, täglich nur ei

67) 8jähr. Beob. von Frécourt bei Cotte Mém. II

68) 1jähr. Beob. von W. Wales in Phil. Trans. Vol.

69) 4jähr. Beob. von Winckler in Gilbert's Ann

70) 16jähr. Beob. von Beguelin, nämlich 11 Jahre be d. Berl. Acad. 1818. S. 108.

71) 18jähr. Beob. bei Buek, Hamburgs Clima u. Witt getheilt.)

72) 1jähr. Beob. von Olmsted in Sillimans Ame

73) 4jähr. Beob. von Giddy in Ann. of phil. jährlich.

74) 4jähr. Beob. von Poéderlé bei Cotte Mém. II

75) 8jähr. Beob. von Wigglesworth u. Williams 1782. S. 578, 1783. S. 677, 1785. S. 652, für

76) 4jähr. Beob. von Gatterer in den Mannh. Ephemer

I, 536.

T. X. ad ann. 1792. S. 474. Täglich wurden 4 Beobachtungen
übrigen Orten gewiß nicht zu klein.

hren 1734—41 an verschiedenen in der Nähe liegender Orten her=
sk, 6 Monate zu Jeniseisk und 11 Monate zu Krasnojarsk, Novi

of phil.

m. II, 385.

. II, 556.

LVII, 448, 1 Jahr (1767) von Farr ib. LVIII, 136, und 3jähr.
phil.

n. II, 332.

Cotte Mém. II, 313, und 1782—88 in den Mannh. Ephem.

n der Royal Soc. in Phil. Trans und Septbr 1819—Aug. 1822

ém. II, 347.

n. II, 530.

1) Vom Januar 1758 bis Mai 1759 von Kriel in den F

2) 3jähr. Beob. von des Hayes bei Cotte Mém. II, 5

3) Beob. von Winterbottom, Nachrichten von der Sierr

4) Beob. von Chanvalon bei Cotte Mém. II, 546.

5) Einjähr. Beob. von Scarman in Brewster's Jo

6) Beob. von Alzate bei Cotte Mém. II, 426.

7) 3jähr. Beob., nämlich 1 Jahr von Robredo bei Hu
Sagra, Bibl. univ. April u. Mai 1821.

8) 1½ Jahr von Traill in Asiatic Res. II. der Wechsel

9) 3 Jahre von Escolar, mitgetheilt von Buch, Abh.

10) 1 Jahr von Coutelle, Description de l'Egypte X

11) 2 Jahre von Russel bei Cotte Mém. II, 196. Qu
niers jours de Mai, il se fixe à 28'' et ne varie pl
Küstengegenden Syriens.

12) Heberden und Heinecken 3 Jahre, Phil. Tr
411. Brewster's Edinb. Journ. of Sc. X, 75.

13) 1jähr. Beob. von Beauchamp bei Cotte Mém. I

14) 1jähr. Beob. von la Caille bei Cotte Mém. II, 2
Poggendorff's Ann. XV, 316.

!

', 5

T. ns. XLV for 1748. p. 336.

rig437.

ren, 509. Die Beobachtungen wurden täglich zweimal angestellt. In

E, stationen sehr klein, namentlich gilt dieses vom Winter. Genauere Mit-

nswerth.

of 1484.

of Sc. I, 83. Auffallend ist der geringe Einfluß der Jahreszeiten.

n. I, 394. Der Umfang der unregelmäßigen Oscillationen ist sehr klein.
Die Resultate von genaueren Aufzeichnungen sind sehr wünschenswerth.

II, von Buch in Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 100.

VIIn. II, 419.

phil.

. II, II, 465.

otdi in Mém. de Turin 1805—1808. p. 20.

der,

m. in den Mannh. Ephem.

. II, 27.

3.

kommen, haben daher im Winter einen weit größern Einfluß auf die Wärme, als im Sommer; daher ändert sich nach dem oben Gesagten[54a]) das Thermometer in der letztern Jahreszeit weniger [55]) und die Oscillationen des Differentialthermometers, wofür wir oben das Barometer ausgegeben haben [56]), sind im Winter größer.

Die Größe der unregelmäßigen Bewegungen wird desto bedeutender, je weiter wir uns vom Aequator entfernen. Diese Abhängigkeit der Barometerschwankungen von der Breite ist ein so wichtiger Umstand, daß Saussure behauptete, ein jeder Versuch, die Barometerschwankungen zu erklären, müßte vorzüglich ausgehen, dieses Problem zu lösen [57]). In neuern Zeiten machte besonders Humboldt wieder auf die geringe Größe der Oscillationen zwischen den Wendekreisen aufmerksam: er nimmt an, daß die unregelmäßigen Bewegungen daselbst nicht vorhanden wären [58]), und diese Behauptung ist in der Folge von andern Physikern wiederholt worden. Aber Humboldt's eigene Beobachtungen zeigen keineswegs einen so regelmäßigen Gang, als man hiernach erwarten sollte, wie dieses von Hällström [59]) und früher von mir bemerkt worden ist [60]). Andere Beobachter haben zwischen den Wendekreisen ähnliche, wenn auch geringere Differenzen im Drucke der Luft erkannt, als in höhern Breiten beobachtet worden sind. So sagt Traill, daß in Calcutta das Barometer bei SO Winden regelmäßiger niedriger stehe, als bei SW Winden [61]). Eben so erwähnt Goldingham, daß Veränderungen in der Windrichtung oder im Wetter die regelmäßigen Bewegungen des Barometers im Tage in Madras stören, und zwar mehr oder minder, je nachdem die Veränderung mehr oder

54a) S. 308.

55) Wahlenberg Flora Carp. p. XXI.

56) S. 310.

57) Saussure Hygrometrie §. 294. S. 339. Hutton in Edinb. Trans. I, 77.

58) Humboldt Voyage X, 393.

59) Poggendorff's Annalen XI, 252.

60) Schweigger's Jahrbuch N. R. XVII, 143.

61) Asiat. res. II, 456.

T, Acta Petrop. T. XI ad. ann. 1794. p. 497.

m. II, 307.

—75 bei Cotte Mém. II, 522; 1781—87 in den Mannh. Ephem. und

m. II, 510.

Mém. II, 433.

m. II, 276.

te Mém. II, 387.

Mém. II, 476.

II, 377.

9.

m. II, 391. und 9jähr. Beob. von Seignette in den Mannh. Ephem.

3.

n. II, 305.

issart bei Cotte Mém. II, 206.

ém. II, 492. und 9jähr. Beob. (1818—26) von Bouvard, monat-

mmen, haben daher im Winter einen weit größern Einfluß auf
e Wärme, als im Sommer; daher ändert sich nach dem oben
esagten[54a]) das Thermometer in der letztern Jahreszeit weni-
r[55]) und die Oscillationen des Differentialthermometers, wo-
r wir oben das Barometer ausgegeben haben[56]), sind im Win-
r größer.

Die Größe der unregelmäßigen Bewegungen wird desto be-
utender, je weiter wir uns vom Aequator entfernen. Diese
bhängigkeit der Barometerschwankungen von der Breite ist ein
wichtiger Umstand, daß Saussure behauptete, ein jeder
ersuch, die Barometerschwankungen zu erklären, müßte vorzüg-
h ausgehen, dieses Problem zu lösen[57]). In neuern Zeiten
achte besonders Humboldt wieder auf die geringe Größe der
scillationen zwischen den Wendekreisen aufmerksam: er nimmt
, daß die unregelmäßigen Bewegungen daselbst nicht vorhanden
ären[58]), und diese Behauptung ist in der Folge von andern
hysikern wiederholt worden. Aber Humboldt's eigene Beob-
htungen zeigen keinesweges einen so regelmäßigen Gang, als
an hiernach erwarten sollte, wie dieses von Hällström[59]) und
üher von mir bemerkt worden ist[60]). Andere Beobachter haben
ischen den Wendekreisen ähnliche, wenn auch geringere Diffe-
nzen im Drucke der Luft erkannt, als in höhern Breiten beob-
htet worden sind. So sagt Traill, daß in Calcutta das Baro-
eter bei SO Winden regelmäßiger niedriger stehe, als bei
W Winden[61]). Eben so erwähnt Goldingham, daß Ver-
derungen in der Windrichtung oder im Wetter die regelmäßigen
wegungen des Barometers im Tage in Madras stören, und
ar mehr oder minder, je nachdem die Veränderung mehr oder

4a) S. 308.
5) Wahlenberg Flora Carp. p. XXI.
6) S. 310.
7) Saussure Hygrometrie §. 29?. S. ???. Hutton in Edinb. Trans. I, 77.
3) Humboldt Voyage X, 393.
9) Poggendorff's Annalen XI, 252.
0) Schweigger's Jahrbuch N. R. XVII, 143.
) Asiat. res. II, 456.

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
London	51° 31 N	12''',36	12''',14	—0''',22
Haag	52. 5	11,95	12,31	+0,36
Amsterdam	52. 22	12,73	12,40	—0,33
Franecker	52. 36	12,38	12,47	+0,09
Sparerdam	52. 59	12,09	12,54	+0,45
Edinburgh	55. 57	13,82	13,47	—0,35
Christiania	59. 55	14,62	14,32	—0,30
Bergen	60. 24	13,86	14,73	+0,87

Die Größe der unregelmäßigen Bewegungen des Barometers nimmt also ziemlich regelmäßig mit der Breite zu, da die Anomalieen, welche die Tafel zeigt, ihren Grund zum Theil darin haben, daß die Beobachtungen nicht hinreichend lange und gleich häufig am Tage angestellt sind. Die Zunahme dieser Größen läßt sich annähernd durch denselben Ausdruck darstellen, welchen wir der Untersuchung der Wärmeverhältnisse zum Grunde legten. Ist nämlich D_φ die der Breite φ entsprechende Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande während eines Monats, und sind a und b constante, durch die Messungen zu bestimmende Größen, so ist

$$D_\varphi = a + b \cos^2\varphi.$$

Werden diese Constanten für Orte bis zur Breite von 45° bestimmt, so wird

$$D_\varphi = 16''',580 - 15''',649 \cos^2\varphi.$$

Für die Orte in höhern Breiten wird

$$D_\varphi = 19''',142 - 18''',087 \cos^2\varphi.$$

Die berechneten Größen, welche in der obigen Tafel mitgetheilt sind, stimmen mit den durch directe Beobachtungen gefundenen so überein, als man es bei Untersuchungen dieser Art erwarten darf.

Vergleichen wir nun diesen mittlern Umfang der Barometerschwankungen, welche ich auf der beiliegenden Tafel für verschiedene Orte mitgetheilt habe, genauer, so zeigt sich noch eine Abhängigkeit desselben von der Länge. Er ist nämlich bei gleicher Breite an der Ostküste von America größer als an der Westküste

ropa, und nimmt hierauf immer mehr ab, je weiter wir ins
nnere des alten Continentes gehen. Diese Behauptung, welche
bereits vor mehrern Jahren aufstellte [71]), ist durch alle Beob-
htungen, welche ich erhalten konnte, vollkommen bestätigt wor-
n; eine scharfe Bestimmung dieser Verhältnisse ist aber jetzt noch
cht möglich, da wir aus vielen Gegenden entweder gar keine oder
r wenige Messungen besitzen. Ich will daher so weit es jetzt
öglich ist, diese Größen in verschiedenen Meridianen vergleichen.

In dem Meridiane von Italien und Deutschland besitzen wir
ute Messungen, zum Theil mit Mannheimer Instrumenten. Um
nen etwas südlicher liegenden Punkt zu erhalten, will ich noch
iro hinzufügen, obgleich dieser Ort schon zu östlich liegt.

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cairo	30°. 2′	4‴,10	4‴,11	+ 0‴,01
Rom	41. 54	7,64	7,57	— 0,07
Turin	45. 4	8,02	8,54	+ 0,52
Mantua	45. 9	8,04	8,57	+ 0,53
Padua	45. 24	8,87	8,65	— 0,22
Mailand	45. 28	8,53	8,67	+ 0,14
München	48. 8	9,26	9,49	+ 0,23
Augsburg	48. 22	9,01	9,56	+ 0,55
Prag	50. 5	9,55	10,09	+ 0,54
Halle	51. 29	11,18	10,51	— 0,67
Göttingen	51. 32	11,41	10,53	— 0,88
Sagan	51. 42	10,89	10,58	— 0,31
Berlin	52. 31	11,19	10,82	— 0,37
Hamburg	53. 33	11,20	11,13	— 0,07
Copenhagen	55. 41	12,31	11,75	— 0,56
Stockholm	59. 21	13,24	12,77	— 0,47
Upsala	59. 22	13,37	12,78	— 0,59
Tornea	65. 51	13,19	14,41	+ 1,22

iese Größen geben uns den Ausdruck

$$D_\varphi = 17''',377 - 17''',708 \cos^2\varphi.$$

ie nach ihm berechneten Größen sind in der obigen Tafel enthalten.

71) Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 168.

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
London	51° 31 N	12''',36	12''',14	—0''',22
Haag	52. 5	11,95	12,31	+0,36
Amsterdam	52. 22	12,73	12,40	—0,33
Franecker	52. 36	12,38	12,47	+0,09
Sparendam	52. 59	12,09	12,54	+0,45
Edinburgh	55. 57	13,82	13,47	—0,35
Christiania	59. 55	14,62	14,32	—0,30
Bergen	60. 24	13,86	14,73	+0,87

Die Größe der unregelmäßigen Bewegungen des Barometers nimmt also ziemlich regelmäßig mit der Breite zu, da die Anomalieen, welche die Tafel zeigt, ihren Grund zum Theil darin haben, daß die Beobachtungen nicht hinreichend lange und gleich häufig am Tage angestellt sind. Die Zunahme dieser Größen läßt sich annähernd durch denselben Ausdruck darstellen, welchen wir der Untersuchung der Wärmeverhältnisse zum Grunde legten. Ist nämlich D_φ die der Breite φ entsprechende Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande während eines Monats, und sind a und b constante, durch die Messungen zu bestimmende Größen, so ist

$$D_\varphi = a + b \cos^2\varphi.$$

Werden diese Constanten für Orte bis zur Breite von 45° bestimmt, so wird

$$D_\varphi = 16''',680 - 15''',649 \cos^2\varphi.$$

Für die Orte in höhern Breiten wird

$$D_\varphi = 19''',142 - 18''',087 \cos^2\varphi.$$

Die berechneten Größen, welche in der obigen Tafel mitgetheilt sind, stimmen mit den durch directe Beobachtungen gefundenen so überein, als man es bei Untersuchungen dieser Art erwarten darf.

Vergleichen wir nun diesen mittlern Umfang der Barometerschwankungen, welche ich auf der beiliegenden Tafel für verschiedene Orte mitgetheilt habe, genauer, so zeigt sich noch eine Abhängigkeit desselben von der Länge. Er ist nämlich bei gleicher Breite an der Ostküste von America größer als an der Westküste

ropa, und nimmt hierauf immer mehr ab, je weiter wir ins
nere des alten Continentes gehen. Diese Behauptung, welche
bereits vor mehrern Jahren aufstellte [71]), ist durch alle Beob-
tungen, welche ich erhalten konnte, vollkommen bestätigt wor-
; eine scharfe Bestimmung dieser Verhältnisse ist aber jetzt noch
ht möglich, da wir aus vielen Gegenden entweder gar keine oder
r wenige Messungen besitzen. Ich will daher so weit es jetzt
glich ist, diese Größen in verschiedenen Meridianen vergleichen.

In dem Meridiane von Italien und Deutschland besitzen wir
te Messungen, zum Theil mit Mannheimer Instrumenten. Um
en etwas südlicher liegenden Punkt zu erhalten, will ich noch
iro hinzufügen, obgleich dieser Ort schon zu östlich liegt.

Ort	Breite	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Cairo	30°. 2′	4‴,10	4‴,11	+ 0‴,01
Rom	41. 54	7,64	7,57	— 0,07
Turin	45. 4	8,02	8,54	+ 0,52
Mantua	45. 9	8,04	8,57	+ 0,53
Padua	45. 24	8,87	8,65	— 0,22
Mailand	45. 28	8,53	8,67	+ 0,14
München	48. 8	9,26	9,49	+ 0,23
Augsburg	48. 22	9,01	9,56	+ 0,55
Prag	50. 5	9,55	10,09	+ 0,54
Halle	51. 29	11,18	10,51	— 0,67
Göttingen	51. 32	11,41	10,53	— 0,88
Sagan	51. 42	10,89	10,58	— 0,31
Berlin	52. 31	11,19	10,82	— 0,37
Hamburg	53. 33	11,20	11,13	— 0,07
Copenhagen	55. 41	12,31	11,75	— 0,56
Stockholm	59. 21	13,24	12,77	— 0,47
Upsala	59. 22	13,37	12,78	— 0,59
Tornea	65. 51	13,19	14,41	+ 1,22

iese Größen geben uns den Ausdruck

$$D_\varphi = 17''',377 - 17''',708 \cos^2\varphi.$$

ie nach ihm berechneten Größen sind in der obigen Tafel enthalten.

---

71) Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 168.

regelmäßigen Bewegungen am Tage genommen würde, so finden wir vielleicht kaum die Größe von 1‴; aber die Messungen in niedern Breiten sind in so geringer Zahl vorhanden, daß sich noch nichts Bestimmtes hierüber sagen läßt. Im indischen Meere scheinen sie aber weit bedeutender zu seyn, als an der Westküste des alten Continentes und in America.

2) Die isobarometrische Linie von 2‴ schneidet Nordamerica in der Hondurasbai, geht von hier ziemlich genau nach Osten, erreicht Africa nördlich von dem grünen Vorgebirge, hebt sich dann nach Norden, geht in der Nähe von Assuan in Aegypten fort, senkt sich später nach Süden, und verschwindet im indischen Meere, wo sie den Aequator berührt.

3) Die isobarometrische Linie von 4‴ schneidet die Ostküste America's östlich von Zacatecas, hebt sich von hier nach Norden, erreicht die Westküste Africa's zwischen dem Cap Bojador und den canarischen Inseln, geht durch den nördlichen Theil von Fezzan, das Delta des Nils, zwischen Bagdad und Bassora hindurch, senkt sich dann stark nach Süden und geht in der Nähe von Calcutta vorbei.

4) Die isobarometrische Linie von 6‴ berührt den nördlichen Theil des mexicanischen Meerbusens, erreicht das alte Festland im nördlichen Theile von Fez, geht durch Sicilien, erreicht in der Nähe des caspischen Meeres ihren nördlichen Scheitel und senkt sich weiter östlich nach Süden.

5) Die isobarometrische Linie von 8‴ geht durch den südlichen Theil der Chesapeake-Bai, hebt sich schnell gegen Norden, läuft durch den nördlichen Theil der pyrenäischen Halbinsel, und dieses Aufsteigen nach Nord scheint bis ins Innere Asiens fortzudauern.

6) Die isobarometrische Linie von 10‴ schneidet die Ostküste America's in der Nähe von Boston, die Westküste Europa's nördlich von den Mündungen der Loire, steigt von hier immer weiter nördlich, indem sie in der Nähe von Würzburg und Orel vorbeigeht, und erreicht ihren höchsten nördlichen Scheitel in der Nähe von Krasnojarsk in Sibirien.

7) Die isobarometrische Linie von 12‴ schneidet die Ostküste von America in Neu-Braunschweig, erreicht die Westküste von Europa in der Nähe von London, geht durch den südlichen Theil von Schweden, zwischen Nowgorod und Petersburg hindurch und scheint beim heiligen Vorgebirge (C. Taimura) die Küste des sibirischen Eismeeres zu erreichen.

8) Die isobarometrische Linie von 14‴ geht durch den südlichen Theil von Labrador, den nördlichen Theil von Schottland, die Südspitze von Norwegen, läuft nördlich von Umeo fort, und bewegt sich von hier schnell nach Norden.

Da wir für die bedeutendern Schwankungen in höhern Breiten keine directen Messungen mehr besitzen, so läßt sich die Biegung der isobarometrischen Linien hier nicht mehr so bestimmt verfolgen. Suchen wir nun die Größen auf, welche nach den obigen Ausdrücken am Nordpole Statt finden würden, so finden wir

Ostküste von America	22‴,07
Westküste von Europa	19,14
Meridian von Deutschland	17,38
Meridian von Rußland	16,21
Meridian von Hindostan	12,96

Wir finden also hier dieselben Differenzen in verschiedenen Meridianen, welche uns die Vergleichung der Temperaturverhältnisse zeigte. Sollten auch künftige Messungen besonders in höhern Breiten die Constanten unsere Formel abändern, so bezweifle ich doch, daß wir in allen Meridianen übereinstimmende Größen für die Oscillationen am Pole finden werden, vielmehr ist es wahrscheinlich, daß die isobarometrischen Linien in höhern Breiten eben in sich selbst zurücklaufende Curven sind, als dieses bei den Isothermen der Fall zu seyn schien. Dieses wird besonders durch die Biegung dieser Linien im Innern von Nord-America wahrscheinlich gemacht. Im Fort Churchill an der Hudsonsbai in der Breite von 58° 47′ N geben die Messungen von Wales für den Umfang der monatlichen Barometeroscillationen die Größe von 11‴,09, kleiner als in derselben Breite an der Westküste von Europa, und bedeutend kleiner als an der Ostküste America's; ein Beweis, daß sich diese Linien im Innern des neuen Festlandes

regelmäßigen Bewegungen am Tage genommen würde, so finden wir vielleicht kaum die Größe von 1'''; aber die Messungen in niedern Breiten sind in so geringer Zahl vorhanden, daß sich noch nichts Bestimmtes hierüber sagen läßt. Im indischen Meere scheinen sie aber weit bedeutender zu seyn, als an der Westküste des alten Continentes und in America.

2) Die isobarometrische Linie von 2''' schneidet Nordamerica in der Hondurasbai, geht von hier ziemlich genau nach Osten, erreicht Africa nördlich von dem grünen Vorgebirge, hebt sich dann nach Norden, geht in der Nähe von Assuan in Aegypten fort, senkt sich später nach Süden, und verschwindet im indischen Meere, wo sie den Aequator berührt.

3) Die isobarometrische Linie von 4''' schneidet die Ostküste America's östlich von Zacatecas, hebt sich von hier nach Norden, erreicht die Westküste Africa's zwischen dem Cap Bojador und den canarischen Inseln, geht durch den nördlichen Theil von Fezzan, das Delta des Nils, zwischen Bagdad und Bassora hindurch, senkt sich dann stark nach Süden und geht in der Nähe von Calcutta vorbei.

4) Die isobarometrische Linie von 6''' berührt den nördlichen Theil des mexicanischen Meerbusens, erreicht das alte Festland im nördlichen Theile von Fez, geht durch Sicilien, erreicht in der Nähe des caspischen Meeres ihren nördlichen Scheitel und senkt sich weiter östlich nach Süden.

5) Die isobarometrische Linie von 8''' geht durch den südlichen Theil der Chesapeake-Bai, hebt sich schnell gegen Norden, läuft durch den nördlichen Theil der pyrenäischen Halbinsel, und dieses Aufsteigen nach Nord scheint bis ins Innere Asiens fortzudauern.

6) Die isobarometrische Linie von 10''' schneidet die Ostküste America's in der Nähe von Boston, die Westküste Europa's nördlich von den Mündungen der Loire, steigt von hier immer weiter nördlich, indem sie in der Nähe von Würzburg und Orel vorbeigeht, und erreicht ihren höchsten nördlichen Scheitel in der Nähe von Krasnojarsk in Sibirien.

[I]soklinen zusammenfielen [73]). Wenn auch eine nähere Discussion [d]er Beobachtungen die große Aehnlichkeit, welche ich anfänglich [g]efunden hatte, nicht bestätigt hat, so zeigen doch beide in so fern [U]ebereinstimmung, als sie von der Ostküste America's nach dem Innern der alten Welt stets nach Norden laufen. Wenn wir die [e]lektrischen Erscheinungen behandeln, so werden mehrere Punkte mitgetheilt werden, welche die Möglichkeit einer solchen Aehnlichkeit wahrscheinlich machen.

Wenn auch die nach den gegebenen Formeln berechneten Größen nahe mit den beobachteten zusammenfallen, und dadurch die ganze Untersuchung einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhält, so muß ich doch zugleich bemerken, daß das Gesagte nur als die Basis einer künftigen Arbeit angesehen werden kann. Die Elemente selbst, welche wir diesen Bestimmungen zum Grunde gelegt haben, lassen vieles zu wünschen übrig. Erst dann, wenn wir von vielen Orten die Größe der Aenderungen im Laufe eines Tages kennen, wird es möglich seyn, dieses Verhalten genauer zu bestimmen. Dies aber wird nach dem bisherigen Untersuchungen schon mehr als wahrscheinlich, daß die Linien, durch welche die Punkte verbunden werden, an denen die täglichen Aenderungen gleich sind, im Allgemeinen Biegungen zeigen werden, welche denen der isobarometrischen Linien ähnlich sind. In Cambridge bei Boston in 42° 23′ N beträgt die Größe dieser Aenderungen 2‴,17, in Ofen in 47° 30′ nur 1‴,30, sie ist also dort weit bedeutender als hier.

Ist die Behauptung von Saussure richtig, daß es das beste Criterium für jede Hypothese über die Barometerschwankungen sey, wenn man im Stande ist, daraus die Zunahme der Oscillationen mit der Annäherung an die Pole herzuleiten, so erhält das über den Zusammenhang zwischen den Aenderungen der Wärme und des Luftdruckes Gesagte dadurch einen nicht geringen Grad von Wahrscheinlichkeit, da sich daraus nicht blos das Hauptphänomen, sondern auch die Biegung der isobarometrischen Linien herleiten läßt. Je größer die unregelmäßigen Schwankungen der Temperatur sind, desto unruhiger steht das Barometer. Aber jene Aenderungen der Wärme haben ihren Grund vorzüglich darin,

---

73) Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 170.

daß durch Winde Luftschichten entfernter Gegenden mit einander gemischt werden, daß nach nördlichen Gegenden wärmere, nach südlichen kältere Luft kommt, und umgekehrt. Je weiter wir uns vom Aequator entfernen, desto mehr ändert sich die mittlere Temperatur der Jahre und Jahreszeiten für gleiche Aenderungen der Breite und Länge. Nehmen wir an, der Aequator habe eine mittlere Temperatur von 27°,5, so ist die von Teneriffa 21°,7, sie ändert sich für eine Breitendifferenz von $28\frac{1}{2}°$ um 5°,8; dagegen 28° nördlich von Teneriffa finden wir in Edinburgh 8°,6, die Abnahme der Wärme beträgt also für denselben Unterschied der Breite 13°,1, und noch weit größer wird dieselbe, wenn wir mit Teneriffa einen Ort vergleichen, welcher von ihr einen gleichen Abstand als Edinburgh hat, aber in nordöstlicher Richtung im Innern von Europa liegt. Je weiter wir also nach Norden gehen, desto bedeutender müssen die Aenderungen der Temperatur werden, desto unruhiger das Barometer stehen. Daher finden wir auch im hohen Norden, wo die Einwirkung der Sonne geringer ist, und wo äußere Umstände einen großen Einfluß auf den Gang der Temperatur haben, daß die Winde hier im hohen Grade veränderlich sind. Hier berühren sich auf dem Eismeere die Extreme von Wärme und Kälte durch den Gegensatz zwischen Meer und Eismassen; heftige Winde wehen an einer Stelle, wenn in der Entfernung von einigen Meilen nur schwache Winde bemerkt werden. Ja man kann innerhalb des Horizontes Schiffe sehen, welche in demselben Momente das verschiedenartigste Wetter haben; einige fahren mit eingereeften Topsegeln, mit einem heftigen Sturme kämpfend; andere haben völlige Windstille und werden von der Heftigkeit der Wellen hin und her getrieben; noch andere fahren mit leichten Winden, welche aus den verschiedensten Punkten der Windrose kommen [74]).

Ganz anders dagegen muß das Verhalten zwischen den Wendekreisen seyn. Indem die Passate hier mit großer Regelmäßigkeit Luft von nahe gleicher Temperatur an einen Ort bringen, können die Schwankungen des Barometers hier nicht sehr bedeutend seyn, da auch bei unregelmäßigen Bewegungen der Luft die Temperatur

74) Scoresby Account of the arctic regions bei Daniell Essays p. 110.

ifferenzen nicht sehr groß werden [75]). Nur da, wo durch den Wechsel der Moussons und häufige Aenderungen des Windes Schwankungen der Temperatur häufiger werden, nehmen auch die Bewegungen des Barometers zu. Dieses scheint in dem indischen Meere der Fall zu seyn, und aus demselben Grunde steht das Barometer in Neu-Holland unruhiger als am Vorgebirge der guten Hoffnung.

Nicht minder bedeutend, als die von dem Breitenunterschiede abhängige Temperaturdifferenz, ist die Ungleichheit der Wärme zwischen Festland und Meer in derselben Breite. Im Winter sind in der Nähe der Westküste Europa's die SW Winde verhältnißmäßig viel wärmer als ohne diesen Gegensatz zwischen Festland und Meer der Fall seyn würde, daher sind auch die unregelmäßigen Oscillationen im westlichen Europa viel größer als im Innern von Rußland.

Dieser Unterschied zwischen der Temperatur des Meeres und Landes ist an dem Ostrande America's noch weit bedeutender als in Europa; der noch sehr heiße Golfstrom auf einer Seite, das kalte Festland auf der andern, geben Gelegenheit zu heftigen Bewegungen der Atmosphäre und zu großen Aenderungen im Luftdrucke, welche da am wirksamsten zu seyn scheinen, wo dieser Strom seine Richtung ändert. Daher sind auch die Oscillationen des Barometers hier weit größer als in einerlei Breite an der Westküste von Europa, wie dieses bereits von Humboldt bemerkt ist [76]), während Dove ohne nähere Angabe von Messungen das Gegentheil behauptet [77]).

Aus der schnellern Abnahme der Temperatur bei Annäherung an die Pole ergiebt sich noch ein anderer Umstand. Nehmen wir an, daß die Extreme stets bei Nord- oder Südwind Statt finden, und daß die Luftmassen in beiden Fällen aus Gegenden kommen, welche gleichen Abstand vom Beobachtungsorte haben, so ist die Luft beim Nordwinde weit tiefer unter dem Mittel erkaltet, als sie beim Südwinde über demselben erwärmt ist; jene kal-

75) Hutton in Edinburgh. Trans. I, 77. Humboldt Tableau p. 93. Ramond Mém. de l'Inst. 1808. p. 111.

76) Humboldt Voyage X, 495.

77) Dove de barometri mutationibus p. 9.

ten Luftströme werden also das Barometer verhältnißmäßig weit mehr erheben, als die warmen es deprimiren. Soll nach dem Eintritte des Maximums das Gleichgewicht wieder hergestellt werden, so muß das Barometer wegen der geringern Einwirkung der südlichen Winde eine Zeit sinken, welche größer ist, als die zum Steigen erforderliche, das Quecksilber wird häufiger unter dem Mittel seyn, als über demselben. Legen wir dieser Untersuchung die mehrmals empfohlene Bestimmung der Aenderung von einem Tage bis zum folgenden zum Grunde, so zeigt sich sehr bestimmt, daß der Luftdruck öfter ab- als zunimmt. Nach den Beobachtungen verhält sich nämlich die Zahl der Fälle, in denen das Barometer während 24 Stunden um mehr als 0''',5 gestiegen war, zu der, in welcher es gesunken war,

in Bagdad	wie	1 : 1,131
Ofen		1 : 1,052
Zwanenburg		1 : 1,064

Der Umstand, daß die Oscillationen des Barometers bei einerlei Polhöhe in der Nähe der Küsten weit größer sind, als im Innern des Festlandes, scheint besonders für ein System zu sprechen, welches schon früher mehrfach aufgestellt [78]), in der Folge besonders von de Luc ausgebildet wurde [79]). Vergleichen wir nämlich die Angaben des Barometers mit denen des Hygrometers, so sehen wir, daß ersteres vorzüglich dann sinkt, wenn letzteres eine größere Feuchtigkeit anzeigt, und umgekehrt. Um diesen Zusammenhang zu erklären, nimmt de Luc an, daß die Wasserdämpfe Ursache hievon sind; da sie leichter sind, als die Luft, so steigen sie in dieser in die Höhe. Wenn nun eine gegebene Luftmasse eine Menge von Dämpfen aufnimmt, so wird ihr Volumen dadurch vergrößert, es kann kein Gleichgewicht mehr Statt finden, ein Theil der obern Massen lagert sich über die benachbarten Schichten, welche dadurch einen Zuwachs erhalten, und während dort also das Barometer sinkt, so steigt es hier. Um diese Ansicht

78) So von Hamilton in Phil. Trans. 1765. p. 166. Woodward in History of the Earth. 8. London 1726. p. 106 fg. Hamberger Elementa physices, und Andere.

79) de Luc Modific. de l'atmosph. §. 665. T. III. p. 229 fg.

auf alle Erscheinungen anzuwenden, führt de Luc folgende Sätze aus:

1) Wenn die mit Dämpfen vermischte Luft durch die Winde vom Meere bis zu den entferntesten Gegenden geführt wird, so vermindert sie in allen Gegenden, durch welche sie geht, das Gewicht der Luft, und das Barometer muß also sinken.

2) Dauert diese Ankunft feuchter Luftmassen längere Zeit hindurch fort, so steigen die Dämpfe, welche vorher nur in den untern Regionen der Atmosphäre vorhanden waren, immer höher und bilden dort Wolken. Dabei sinkt das Barometer immer tiefer, nicht weil die Wolken das Gewicht der Atmosphäre vermindern, sondern weil die Dampfmenge immer größer wird.

3) Werden die Nebelbläschen so angehäuft, daß sie sich zu größern Massen vereinigen, so entsteht Regen.

4) Wenn bei heiterm Himmel die Luft feucht ist, und sich während der Nacht ein reichlicher Thau niederschlägt, so sinkt das Barometer.

5) Das Barometer sinkt bei westlichen und südlichen Winden, weil diese uns feuchte Luft bringen, es steigt aber bei den trocknen nördlichen und östlichen Winden. Daher findet bei ersteren Regen, bei letzteren heiteres Wetter Statt.

6) Wenn es bei südlichen Winden heiter, bei nördlichen trübe ist, so zeigt das Barometer diesen Zustand nicht an.

7) Wenn während des Regens die Ankunft feuchter Luftmassen aufhört, so nimmt der Regen die Dämpfe zugleich mit gegen den Boden, es strömt von den Seiten trockene Luft hinzu, dadurch wird das Gewicht der Atmosphäre größer, das Barometer steigt, und wir dürfen hieraus folgern, daß der Regen nicht lange anhalten wird.

8) Wenn das Barometer nur deshalb steigt, weil der Wind, welcher die Dämpfe brachte, aufgehört hat, so kann es noch so lange regnen, als die Wolken noch hinreichend dicht sind, um Tropfen zu bilden. Ist aber diese Aenderung Folge eines trockenen Nordostwindes, so löst dieser die

Dämpfe auf, und wir sehen alsdann die Wolken sehr schnell verschwinden.

9) Wenn viele Dämpfe in einer Gegend angehäuft werden, und ihre Menge sie dann nöthigt in Regionen zu steigen, wo sie zu Wolken condensirt werden, hierauf sich aber ein Wind erhebt, welcher nur in dieser Luftschicht weht und die Wolken nach einer Gegend treibt, in welcher das Barometer hoch steht, so kann hier ein Regen Statt finden, ohne daß das Quecksilber sinkt, weil dieser Wind keine mit Dämpfen angefüllte Luft gebracht hat. Es regnet also in dieser Gegend bei hohem Barometerstande, dagegen geschieht es nicht in derjenigen, in welcher sich die Wolken bildeten, obgleich hier der Luftdruck wegen der Dämpfe bedeutend abnahm.

10) Da das Barometer die Aenderungen im Gewichte der ganzen Luftsäule, das Hygrometer aber nur den Feuchtigkeitszustand am Beobachtungsorte angiebt, so wird der Gang beider Instrumente nicht immer zusammenfallen.

11) Die Wärme dehnt die Luft aus und vermindert ihr Volumen, aber sie wirkt noch weit mächtiger auf die Dämpfe. Je größer also in einer Gegend der Unterschied zwischen den Temperaturen des Sommers und Winters ist, desto bedeutender ist auch der Unterschied der Dampfmenge in der Luft, und daher muß hier die Größe der Barometerschwankungen zunehmen. Denn wenn zu der Wärme des Sommers und zu den von ihr gebildeten Dämpfen noch ein Wind kommt, welcher feuchte Luft bringt, so muß das Quecksilber nothwendig sinken. Daher ist im hohen Norden, wo der Unterschied zwischen Wärme des Sommers und Winters bedeutend ist, das Barometer unruhig, es steht dagegen sehr ruhig am Aequator, weil sich hier die Wärme im ganzen Jahre wenig ändert.

Dieses System wurde von de Luc sehr sinnreich durchgeführt und durch eine Masse von Thatsachen bewiesen. Hierin liegt auch wohl der Grund des großen Beifalls, welchen es bei den Naturforschern fand. In der Folge gab zwar de Luc diesem Systeme eine andere Gestalt, indem er es mit seinen Ansichten über die

Verwandlung der atmosphärischen Luft in Wasser in Verbindung setzte [80]), jedoch waren die Hauptzüge beiden Hypothesen gemein, indem nur der Sprachgebrauch abgeändert wurde.

Bald nachdem jene ältere Ansicht von de Luc bekannt geworden war, unterwarf sie Saussure einer nähern Prüfung [81]) und machte auf mehrere schwer zu erklärende Umstände aufmerksam. Gesetzt, es sey wirklich der Fall, daß die Dämpfe auf die angegebene Art wirken, so kommt es zunächst darauf an, das Quantitative ihres Einflusses auszumitteln, aber dieser ist viel zu klein, als daß er den gedachten Erfolg haben könnte [82]). Nehmen wir an, daß die Luft mit Dämpfen gesättigt sey und eine Temperatur von 25° habe, so steht der Dampf mit einer Quecksilbersäule von etwa 10½''' im Gleichgewichte; stürzte also auch wirklich alles in der Atmosphäre enthaltene Wasser herab, so würde das Barometer doch nur um die gedachte Größe sinken, während wir weit bedeutendere Oscillationen beobachten. Es müßten ferner die Schwankungen im Luftdrucke in jenen Gegenden und in jenen Jahreszeiten am größten seyn, wo durch eine höhere Temperatur eine bedeutendere Dampfmenge entwickelt wird, also am Aequator und im Sommer, während die Erfahrung das Gegentheil zeigt. Endlich müßten nach dieser Hypothese die Schwankungen in einerlei Breite am Meere geringer seyn, als im Innern der Continente, weil hier der Unterschied zwischen Temperatur von Sommer und Winter größer ist, als dort, was die Tagebücher ebenfalls nicht bestätigen.

Der ganzen Hypothese liegt eine Thatsache zum Grunde, welche durch die Erfahrungen von Dalton, Gay-Lussac und Andere als unrichtig erwiesen ist. Bei derselben Spannung wiegt allerdings ein gegebenes Volumen feuchter Luft weniger als trockne. Wenn aber in der freien Atmosphäre bei ruhiger Luft Wasser verdunstet, so steigen die Dämpfe in die Höhe, ohne durch ihre Elasticität und ihr Gewicht auf die Bewegung der Luft Einfluß zu haben. Der Druck der Atmosphäre ist durch diesen Vor-

80) de Luc Idées sur la Mét. II, 129. §. 226 fg. und an andern Stellen des zweiten Bandes von diesem Werke.

81) Saussure Hygrometrie S. 326 fg. §. 285.

82) Ebend. §. 288. Hutton in Edinb. Trans. I, 74.

Dämpfe auf, und wir sehen alsdann die Wolken sehr schnell verschwinden.

9) Wenn viele Dämpfe in einer Gegend angehäuft werden, und ihre Menge sie dann nöthigt in Regionen zu steigen, wo sie zu Wolken condensirt werden, hierauf sich aber ein Wind erhebt, welcher nur in dieser Luftschicht weht und die Wolken nach einer Gegend treibt, in welcher das Barometer hoch steht, so kann hier ein Regen Statt finden, ohne daß das Quecksilber sinkt, weil dieser Wind keine mit Dämpfen angefüllte Luft gebracht hat. Es regnet also in dieser Gegend bei hohem Barometerstande, dagegen geschieht es nicht in derjenigen, in welcher sich die Wolken bildeten, obgleich hier der Luftdruck wegen der Dämpfe bedeutend abnahm.

10) Da das Barometer die Aenderungen im Gewichte der ganzen Luftsäule, das Hygrometer aber nur den Feuchtigkeitszustand am Beobachtungsorte angiebt, so wird der Gang beider Instrumente nicht immer zusammenfallen.

11) Die Wärme dehnt die Luft aus und vermindert ihr Volumen, aber sie wirkt noch weit mächtiger auf die Dämpfe. Je größer also in einer Gegend der Unterschied zwischen den Temperaturen des Sommers und Winters ist, desto bedeutender ist auch der Unterschied der Dampfmenge in der Luft, und daher muß hier die Größe der Barometerschwankungen zunehmen. Denn wenn zu der Wärme des Sommers und zu den von ihr gebildeten Dämpfen noch ein Wind kommt, welcher feuchte Luft bringt, so muß das Quecksilber nothwendig sinken. Daher ist im hohen Norden, wo der Unterschied zwischen Wärme des Sommers und Winters bedeutend ist, das Barometer unruhig, es steht dagegen sehr ruhig am Aequator, weil sich hier die Wärme im ganzen Jahre wenig ändert.

Dieses System wurde von de Luc sehr sinnreich durchgeführt und durch eine Masse von Thatsachen bewiesen. Hierin liegt auch wohl der Grund des großen Beifalls, welchen es bei den Naturforschern fand. In der Folge gab zwar de Luc diesem System eine andere Gestalt, indem er es mit seinen Ansichten über die

Verwandlung der atmosphärischen Luft in Wasser in Verbindung setzte [80]), jedoch waren die Hauptzüge beiden Hypothesen gemein, indem nur der Sprachgebrauch abgeändert wurde.

Bald nachdem jene ältere Ansicht von de Luc bekannt geworden war, unterwarf sie Saussure einer nähern Prüfung [81]) und machte auf mehrere schwer zu erklärende Umstände aufmerksam. Gesetzt, es sey wirklich der Fall, daß die Dämpfe auf die angegebene Art wirken, so kommt es zunächst darauf an, das Quantitative ihres Einflusses auszumitteln, aber dieser ist viel zu klein, als daß er den gedachten Erfolg haben könnte [82]). Nehmen wir an, daß die Luft mit Dämpfen gesättigt sey und eine Temperatur von 25° habe, so steht der Dampf mit einer Quecksilbersäule von etwa 10½''' im Gleichgewichte; stürzte also auch wirklich alles in der Atmosphäre enthaltene Wasser herab, so würde das Barometer doch nur um die gedachte Größe sinken, während wir weit bedeutendere Oscillationen beobachten. Es müßten ferner die Schwankungen im Luftdrucke in jenen Gegenden und in jenen Jahreszeiten am größten seyn, wo durch eine höhere Temperatur eine bedeutendere Dampfmenge entwickelt wird, also am Aequator und im Sommer, während die Erfahrung das Gegentheil zeigt. Endlich müßten nach dieser Hypothese die Schwankungen in einerlei Breite am Meere geringer seyn, als im Innern der Continente, weil hier der Unterschied zwischen Temperatur von Sommer und Winter größer ist, als dort, was die Tagebücher ebenfalls nicht bestätigen.

Der ganzen Hypothese liegt eine Thatsache zum Grunde, welche durch die Erfahrungen von Dalton, Gay-Lussac und andere als unrichtig erwiesen ist. Bei derselben Spannung wiegt allerdings ein gegebenes Volumen feuchter Luft weniger als trockne. Wenn aber in der freien Atmosphäre bei ruhiger Luft Wasser verdunstet, so steigen die Dämpfe in die Höhe, ohne durch ihre Elasticität und ihr Gewicht auf die Bewegung der Luft Einfluß zu haben. Der Druck der Atmosphäre ist durch diesen Vör-

80) de Luc Idées sur la Mét. II, 129. §. 226 fg. und an andern Stellen des zweiten Bandes von diesem Werke.

81) Saussure Hygrometrie S. 326 fg. §. 285.

82) Ebend. §. 288. Hutton in Edinb. Trans. I, 74.

gang um das Gewicht des Wasserdampfes vermehrt worden, das Barometer steht unter übrigens gleichen Umständen in feuchter Luft höher als in trockner. Dieser Behauptung scheint die Erfahrung in so fern zu widersprechen, als die Dampfmenge bei denjenigen Winden am größten ist, bei denen das Barometer am niedrigsten steht, und umgekehrt; aber die Winde, welche uns den meisten Regen bringen, sind zugleich diejenigen, bei denen das Thermometer am höchsten steht [83]). Durch ihren Dampfgehalt suchen die südlichen Winde das Barometer zu erheben, durch ihre Temperatur es zu deprimiren; da indessen die letztere Ursache weit mächtiger wirkt, so nimmt der Luftdruck in der That ab, die Temperatur ist also die wichtigste Ursache, aus welcher bei Seewinden eine Depression des Quecksilbers Statt findet; in andern Gegenden können aber die Verhältnisse ganz anders seyn. So hat Flinders in einem Aufsatze über die Bewegungen des Barometers an den Küsten von Neu-Holland gezeigt, daß außerhalb der Tropen die vom festen Lande wehenden Winde stets die deprimirenden waren, so daß man bei dem Fallen des Barometers den nahen Eintritt des Landwindes mit Gewißheit voraussagen konnte [84]). Aber wir haben bereits früher die von Péron bemerkte Thatsache erwähnt, daß alle Landwinde sich von den Küsten jener Insel durch eine ungewöhnlich hohe Temperatur auszeichnen [85]).

Für eine große Einwirkung der Dämpfe auf das Barometer scheint der bereits bemerkte Umstand zu sprechen, daß ein Fallen des Barometers in vielen Fällen als Vorbedeutung von Regen angesehen werden kann. Nach Poleni wurden in Padua in 12 Jahren unter 1175 Regen 758 durch das Fallen des Barometers angezeigt, während van Swinden zu Franecker im Jahre 1778 eben so viele Barometerveränderungen wahr, als falsch fand [86]). Untersuchen wir aber die Bewegung des Barometers genauer, so finden wir, daß es namentlich im Sommer bei Regen, vermöge der früher erwähnten Temperaturdepression,

83) Bd. I. S. 388, 495. Bd. II. S. 26.

84) Buch in Abh. d. Berl. Acad. für 1818. S. 109.

85) Bd. I. S. 275.

86) Gehler's Wörterbuch, alte Ausg. I, 275.

bei diesem Phänomene steigt [87]). Weit ausgedehnte Landregen, deren Bildung langsam erfolgt und wo der Vorgang so verwickelt wird, daß wir nicht im Stande sind, die einzelnen Umstände von einander zu unterscheiden, lassen die Richtigkeit dieser Behauptung weniger deutlich erkennen, als Regenschauer und Gewitterregen; theils wegen der Beschattung, theils wegen der aus der Höhe herabsinkenden kalten Wassermassen, hat die unter den Wolken liegende Luft eine geringere Wärme, als die umher liegenden Gegenden, in denen der Himmel heiter ist; jene zieht sich zusammen, von allen Seiten strömen in den obern Regionen Luftmassen nach der Gegend des Niederschlages, unten finden Ströme in entgegengesetzter Richtung Statt. Diese Anhäufung bewirkt ein mehr oder weniger bedeutendes Steigen des Barometers, wenn sich das Gewitter dem Zenith des Ortes nähert. Schon Planer und Rosenthal machten hierauf aufmerksam, und Gronau bemerkt, er habe die von Beiden aufgestellte Behauptung, daß sich die Ankunft des Gewitters durch ein plötzliches Steigen des Barometers kund gebe, worauf es späterhin wieder allmählig auf seinen frühern Stand zurückkehre, durch seine Erfahrungen bestätigt gefunden [88]). Dieselbe Erfahrung machte Strehlke in Danzig [89]), und bei nahe 40 Gewittern und Regenschauern, bei denen ich seit dem Jahre 1827 diesen Vorgang genauer verfolgen konnte, habe ich fast stets die Thatsache bemerkt. Bei dem Gewitter, welches am 11ten Junius 1827 in Halle und der Umgegend sehr vielen Schaden anrichtete, war das Barometer seit dem 10ten im langsamen Sinken begriffen, und dieses dauerte bis zum 12ten fort, nur während des Gewitters am 11ten zeigte sich ein Steigen. Ich beobachtete folgende auf 0° reducirte Barometerhöhen:

7^h A	332‴,90;	
7. 30	333,14	Blitz und Donner schon ziemlich stark, Hagelkörner;
8. 0	333,22	das Gewitter der Stadt nahe;

87) Bd. II. S. 9.

88) Schweigger's Jahrb. N. R. I, 123. Fechner in Biot's Experimentalphysik I, 221.

89) Poggendorff's Ann. XIX, 148.

8h 30 333‴,46 dasselbe im Zenith, heftiger Regen, Hagelkörner und Eismassen von 2 bis 3 Linien Durchmesser;
8. 45 333,42 das Gewitter der Stadt nahe;
9. 0 333,25 der Donner schwächer;
9. 15 333,13 das Gewitter entfernt sich immer mehr;
10. 0 332,85 entfernte Blitze, Donner kaum hörbar.

Ich halte es für überflüssig, eine größere Zahl von Thatsachen mitzutheilen, da ein jeder sich bei aufmerksamer Beobachtung des Instrumentes von der Richtigkeit der Thatsache überzeugen kann.

Wenn also auch bei einzelnen Regen das Barometer bei Ankunft der Wolke steigt, so ist das Resultat doch ein anderes, wenn wir den Zusammenhang zwischen Regen und Luftdruck im Allgemeinen untersuchen. Westliche und südliche Winde sind diejenigen, welche Regen bringen [90]; aber bei eben diesen Winden steht das Barometer niedrig, und daher glaubt man mit ziemlicher Sicherheit annehmen zu dürfen, daß es bald regnen werde, wenn das Quecksilber sinkt. Vergleichen wir den mittlern Barometerstand bei Regen und Schnee, so ist dieser um etwa 2‴ kleiner als das Mittel aller Beobachtungen. Nach den sogleich speciell mitzutheilenden Größen beträgt diese Differenz

in Paris	1‴,97
Minden	1,80
Stockholm	2,18
Berlin	1,19

Nur Berlin zeigt hier eine bedeutende Abweichung von dem Resultate an den übrigen Orten; da L. v. Buch, aus dessen Untersuchung die obige Größe entnommen ist, Regen und Schnee besonders betrachtet, so wäre es wohl möglich, daß die Ursache der Differenz hierin läge.

Nach dem früher Gesagten sind Niederschläge auch dann möglich, wenn kalte Nordwinde auf feuchte Luftmassen treffen, und wir sehen hieraus, wie es möglich ist, daß es auch bei hohem Barometerstande regnet, wie dieses bereits Hutton bemerkte [91].

90) Bd. I. S. 435.

91) Edinb. Trans. I, 75.

iesen Gegenstand hat L. v. Buch ausführlich untersucht. Bei
en Winden war der Barometerstand in Berlin beim Regen nie-
iger, als der diesem Winde zugehörige mittlere [92]). Die fol-
nde Tafel enthält die Resultate seiner Richtungen für Berlin;
sen habe ich noch die für Minden, Paris und Stockholm hin-
jefügt.

Wind	Paris [93])	Minden	Berlin	Stockholm
N	334''',85	335''',13	334''',42	334''',02
NO	4,65	5,31	5,10	4,29
O	3,50	4,81	5,17	3,48
SO	2,50	2,86	3,03	2,79
S	1,70	2,63	2,10	1,80
SW	2,43	3,53	2,56	1,93
W	3,08	4,11	4,18	2,87
NW	4,20	5,27	5,04	3,09
Mittel	3,36	4,19	3,95	3,03

ie Vergleichung dieser Tafeln mit den früher gegebenen barome-
ischen Windrosen zeigt, daß das Barometer während des Re-
ns bei jedem Winde niedriger steht, als es im Allgemeinen der
all ist; aus seinen Untersuchungen folgert Buch als Regel, daß
an keinen anhaltenden Regen erwarten dürfe, wenn das Baro-
eter nicht einen Stand hat, welcher tief unter dem diesem Winde
tsprechenden mittlern liegt [94]), was sowohl meine eigenen Be-
achtungen als auch die älteren Erfahrungen von de Luc bestä-
it haben, indem letzterer behauptet, daß der Regen nur local
), wenn das Barometer nicht niedrig stehe [95]).

92) Abhandl. d. Berl. Acad. 1818. S. 91.

93) Nach der Zusammenstellung von Dove in Poggendorff's Annalen XI, 568. Die Zahl der Beobachtungen ist bei NO, O und SO sehr klein und die Barometerstände zeigen hier sehr bedeutende Anomalieen. Deshalb habe ich es für zweckmäßiger gehalten, in der obigen Tafel die Größen mitzutheilen, welche mir eine erste Rechnung gegeben hatte, bei welcher ich zugleich auf die Zahl der Beobachtungen bei jedem Winde Rücksicht nahm.

94) Abh. d. Berl. Acad. 1818. l. l.

95) de Luc Idées §. 576. II, 55.

Spricht nun gleich dieser innige Zusammenhang der Niederschläge mit dem Barometerstande für die Richtigkeit der Ansicht de Luc's, so zeigt eine nähere Untersuchung doch sehr bald, daß beide Phänomene Folgen einer entferntern Ursache, nämlich der Temperaturverhältnisse, sind. Stellen wir die obigen Größen durch Ausdrücke dar, welche uns in den Stand setzen, den Gang der Erscheinung zu übersehen, so erhalten wir folgende Gleichungen, in denen die Winkel von N durch O bis 360° gewählt werden:

Paris:

$$B_n = 333''',364 + 1''',495 \sin(n \cdot 45^\circ + 82^\circ 29') + 0''',094 \sin(n \cdot 90^\circ + 354^\circ 2')$$

Minden:

$$B_n = 334''',193 + 1''',384 \sin(n \cdot 45^\circ + 81^\circ 8') + 0''',340 \sin(n \cdot 90^\circ + 302^\circ 1')$$

Berlin:

$$B_n = 333''',950 + 1''',395 \sin(n \cdot 45^\circ + 75^\circ 50') + 0''',715 \sin(n \cdot 90^\circ + 261^\circ 45')$$

Stockholm:

$$B_n = 333''',034 + 1''',148 \sin(n \cdot 45^\circ + 63^\circ 15') + 0''',145 \sin(n \cdot 90^\circ + 305^\circ 53')$$

Die Hülfswinkel im ersten Gliede zeigen eine solche Uebereinstimmung, als man nur bei Untersuchungen dieser Art erwarten kann: ein Beweis, daß auch dieses Phänomen ein generelles ist. Leiten wir aus diesen Ausdrücken die Punkte her, bei denen das Barometer am höchsten oder niedrigsten steht, so finden wir

	Maximum	Minimum
Paris	N 14° O	S
Minden	N 37 O	S 2° O
Berlin	N 68 O	S 7 W
Stockholm	N 40 O	S 14 W

Die Abweichungen zwischen diesen Größen sind allerdings bedeutend, aber die pariser Messungen, welche die größte Anomalie zeigen, sind im östlichen Theile des Horizontes in geringer Menge

vorhanden, so daß es mir wahrscheinlich scheint, daß sie durch länger fortgesetzte Beobachtungen und namentlich eine genauere Angabe aller Regentage verschwinden würden. So lange nicht eine große Zahl von Untersuchungen dieser Art an andern Orten angestellt ist, welche uns in den Stand setzt, klimatische Differenzen zu erkennen, dürfen wir das Mittel der obigen Größen als der Wahrheit nahe kommend ansehen. Ich will die Lage dieser Punkte mit den analogen vergleichen, welche wir bei Betrachtung des Barometers, des Thermometers und Hygrometers [96]) fanden.

Barometer bei Regen	Barometer im Allgemeinen	Thermometer	Hygrometer
N 40° O	N 45° O	N 8° O	N 45° O
S 6 W	S 11 W	S 13 W	S 2 W

stimmen hier gleich das Barometer in beiden Fällen und das Hygrometer im hohen Grade überein, so daß man das eine dieser Phänomene als Ursache des andern ansehen könnte, so machen theils die aus Dalton's Untersuchungen über Dämpfe hergeleiteten Folgerungen, theils die Erscheinungen in der Atmosphäre es wenig wahrscheinlich, daß der niedrige Barometerstand Folge des Dampfgehaltes sey. Eben die Winde, welche das Barometer wegen des Einflusses der Temperaturverhältnisse und der Luftströmungen am meisten heben oder senken, müssen auch vermöge des Weges, welchen sie im westlichen Europa genommen haben, einen großen Gegensatz in ihren Feuchtigkeitsverhältnissen zeigen. Daß hier stets die Temperaturdifferenzen das Uebergewicht behalten, zeigt uns der Barometerstand, welcher beim Regen zu Stockholm Statt findet. Paris, Minden und Berlin, welche zu der Gruppe der mitteleuropäischen Klimate gehören, zeigen, daß das Barometer bei denjenigen Winden am niedrigsten steht, bei denen es am häufigsten regnet, und umgekehrt [97]), so daß noch immer viel zu Gunsten der de Luc'schen Hypothese spräche; aber jede Spur von Analogie verschwindet, wenn wir die für Stockholm gegebenen Größen mit den daselbst Statt findenden

[96]) Bd. I. S. 310.
[97]) Ebend. S. 433 fg.

Regenverhältnissen vergleichen. Eben so wie im mittlern Deutschland und Frankreich steht das Barometer auch beim Regen bei nordöstlichen Winden am höchsten, bei südwestlichen am niedrigsten, aber es regnet dort bei nordöstlichen Winden am häufigsten, bei westlichen am seltensten [98]): beide Phänomene zeigen also in ihrem Verhalten einen entgegengesetzten Gang.

Wenn die warmen südlichen Winde, die uns den Dampf zuführten, längere Zeit wehten, wenn dabei mehr oder weniger heftige Niederschläge Statt fanden und sich nun ein kalter nördlicher Wind erhebt, dann hebt dieser das Barometer nicht sogleich auf die ihm entsprechende Höhe, der Regen dauert noch fort und das Barometer steht auch hier niedriger, als es ohne diese Umstände der Fall gewesen seyn würde [99]); aus demselben Grunde steht das Barometer im Anfange des Regens bei südlichen Winden zu hoch, es sinkt erst nach und nach. Aber die Regen zeigen in beiden Fällen große Unterschiede in ihrem Verhalten, wie dieses L. v. Buch (l. l.) und früher schon Hutton [1]) bemerkt haben. Ist der Regen, welcher bei ankommenden südlichen Winden und abnehmendem Luftdruck fällt, meistens fein und anhaltend, so ist er großtropfig, wenn das Barometer steigt; in beiden Fällen hängt aber seine Heftigkeit von der schnellern oder langsamern Aenderung des Quecksilbers ab.

Erscheinungen, welche den Zusammenhang dieser einzelnen Umstände zeigen, lassen sich besonders im Winter beobachten, weil in dieser Jahreszeit das Barometer überhaupt größern Oscillationen unterworfen ist. War das Wetter längere Zeit hindurch feucht, stand dabei das Barometer niedrig und erhebt sich dann schnell ein nördlicher Wind, so erfolgt oft plötzlich ein Niederschlag, nicht selten ein Gewitter, und dabei ist der Moment der Explosion derselbe, in welchem das Barometer zu steigen anfängt. Sehr deutlich beobachtete ich dieses am 14ten und 15ten Januar 1827; nie aber habe ich in dieser Hinsicht einen so auffallenden Zusammenhang bemerkt, als am 13ten März 1827, wo das Barometer in demselben Momente zu steigen anfing, in welchem

98) Bd. I. S. 441.

99) Buch in Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 92.

1) Edinb. Trans. I, 75. Vgl. Bd. I. S. 435.

ein Hagelschauer über Halle entlud. Das Barometer, welches schon am vorigen Tage gesunken war, zeigte folgende Stände (bei 0°):

7ʰ Morg.	331‴,76	trübe;
9	31,14	desgl.;
11	30,24	desgl.;
1 Ab. . .	29,56	desgl.;
2	29,93	Regen und Hagel, heftige Windstöße;
3	30,20	schnell aus SO kommende Wolken auf heiterem Grunde;
4	30,63	
5	30,81.	

Das Barometer stieg bis um 9 Uhr, sank aber dann wieder langsam und am folgenden Tage schneller.

Ein analoges Phänomen zeigte sich am 13ten Januar 1828. Es wurde an diesem Tage beobachtet (0° R.):

8ʰ Morg.	331‴,59	anhaltender Regen;
12 Mittag	30,99;	
1 Ab. . .	30,79;	
2	30,51	Cumulostrati;
3	30,10;	
4	29,91;	
5	29,81;	
6	29,81,	um $5\frac{1}{2}^h$ Donner und Blitz, heftiger Regen;
7	29,89	anhaltend Regen;
8	29,97	einzelne Sterne sichtbar;
9	30,05;	
10	30,13;	

Am folgenden Tage trat bedeutende Kälte ein. — Mehrere ähnliche Fälle will ich hier nicht anführen.

Wenn in Fällen dieser Art das Barometer bei Nordwinden zu niedrig steht, weil der Einfluß der südlichen Winde noch nicht aufgehoben ist, so finden wir auch, daß bei der Ankunft südlicher Winde das Barometer bei Nordwinden und Niederschlägen aus entgegengesetzten Ursachen zu niedrig steht. Die warmen südlichen

Ströme sind schon in den obern Regionen vorherrschend, während die Windfahnen noch Nordwind anzeigen, das Barometer sinkt; daß aber auch in diesem Falle die wärmeren Winde in den obern Regionen vorherrschen, geht häufig aus dem Zuge der Wolken hervor, auch deuten darauf mancherlei andere Erscheinungen. Zu Innspruck im Thale des Inn sieht man nicht selten mitten im Winter den Schnee in 3000′ Höhe am Abhange der Berge völlig geschmolzen, während es im Thale bitter kalt ist und der Schnee nicht einmal feucht wird [2]).

In den obigen Tafeln sind bei Paris, Minden und Stockholm die Niederschläge als Hagel, Regen und Schnee zusammengenommen und darnach die Barometerstände bestimmt worden. L. v. Buch hat in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung die barometrische Windrose beim Schneefall einzeln berechnet, und dabei zeigt sich, daß das Barometer in diesem Falle noch bedeutend niedriger steht, als beim Regen. Ich glaube, daß dieses deshalb geschieht, weil die Oscillationen des Quecksilbers im Winter im Allgemeinen weit größer sind, als in den übrigen Jahreszeiten.

Genauer als es von L. v. Buch und späterhin von mir geschehen ist, hat Dove das Verhalten des Barometers bei den verschiedenen Winden und den zugleich erfolgenden Niederschlägen untersucht [3]). Aus einer großen Menge von Beobachtungen, welche er mit seinen früher mitgetheilten Untersuchungen über Drehung der Winde [4]) in Verbindung setzt, leitet er folgende Sätze her:

1) Auf der Westseite der Windrose folgt ein kälterer Wind auf einen wärmern, auf der Ostseite hingegen ein wärmerer auf einen kältern.
2) Auf der Westseite verdrängt der schwerere nördliche Wind den südlichen leichtern rascher, als auf der Ostseite dieser jenen.
3) Auf der Westseite der Windrose ist die Elasticität des Wasserdampfes des folgenden Windes geringer, als die des voran-

2) L. v. Buch in Abh. d. Berlin. Acad. 1818. S. 96.
3) Poggendorff's Annalen XIII, 305.
4) Bd. I. S. 255.

gehenden; auf der Ostseite findet das Gegentheil Statt. Zugleich scheint auf der Westseite der Windrose der folgende Wind auch der relativ trocknere zu seyn, auf der Südostseite umgekehrt.

4) Auf der Westseite tritt der kältere Wind zuerst unten ein und verdrängt den vorher wehenden südlichen Wind von unten nach oben, auf der Ostseite tritt der wärmere zuerst oben ein und verdrängt den vorher wehenden nördlichen von oben nach unten. Zugleich nimmt die Geschwindigkeit des Vordringens auf der Westseite von S nach N allmählig ab, auf der Ostseite hingegen von N nach S immer mehr zu.

Aus dem Gesagten folgt, daß die relative Anzahl der Niederschläge auf der Westseite größer seyn müsse, als auf der Ostseite. Daß dieses nicht von der Elasticität des Wasserdampfes abhängt, ergiebt sich daraus, daß es in London bei West mehr regnet, als bei Südost bei gleicher Elasticität des Wasserdampfes. Da auf der Westseite ein kälterer Wind auf einen wärmern folgt, auf der Ostseite ein wärmerer auf einen kältern, so könnte man daraus das Phänomen erklären, daß man sagte, auf der Westseite nimmt die Dampfcapacität der Luft ab, auf der Ostseite zu. Aber natürlich wird sich der Niederschlag darnach richten, ob der trockne oder der feuchte Wind das Uebergewicht hat. Aus dem raschen Einfallen der nördlichen Winde auf der Westseite, dem allmähligen Ueberhandnehmen des Südwindes auf der Ostseite folgt, daß auf der Westseite ein plötzliches Vermischen ungleich erwärmter Luftschichten Statt finden wird, auf der Ostseite hingegen ein allmähliges Verdrängen. Wir werden daher die häufigsten Niederschläge von Süd bis West zu erwarten haben, die seltensten von Nord bis Ost; denn wegen der raschen Drehung von Süd nach Nord werden die Temperaturdifferenzen der sich auf der Westseite mischenden Winde größer seyn, als die auf der Ostseite, aus eben dem Grunde die Niederschläge auf der Westseite nach Nord höher hinaufrücken. Da aber die thermischen Werthe der Winde im Winter am stärksten differiren, so wird die Zahl der Niederschläge im Winter größer seyn, als im Sommer; wegen der damit verbundenen größern barometrischen Differenzen wird aber die Dre-

hung des Windes im Winter rascher seyn, als im Sommer; es wird also eher mit NO schneien, als es damit regnet." —

„Ist nun eine rasche Vermischung der Winde dem Niederschlage vorzüglich günstig, so würde sich daraus ergeben, daß auf der Westseite das Barometer während des Regens rasch steigen muß, auf der Ostseite rasch fallen. Aber der Wind geht natürlich nicht immer continuirlich durch die Windrose, er springt besonders auf der Westseite häufig zurück. Aus dem oben Gesagten folgt aber, daß eine der regelmäßigen Drehung des Windes entgegengesetzte Aenderung auf der Westseite selten mit einem Niederschlage verbunden seyn wird, auf der Ostseite werden hingegen die seltenen Ausnahmen der gesetzmäßigen Aenderung gerade auf Regenwinde fallen. Es werden also auf der Ostseite eher Regen mit steigendem Barometer, als auf der Westseite mit fallendem vorkommen. Das Steigen des Barometers während der Regenwinde auf der Westseite wird also entschieden größer seyn, als das Steigen bei Westwinden im Mittel, für die östlichen Regenwinde hingegen das Fallen geringer, als für die Ostwinde im Mittel. Da aber wegen der gesetzmäßigen Drehung jedes Zurückgehen durch ein Vorgehen compensirt werden muß, das Zurückspringen des Windes auf der Westseite aber weit häufiger geschieht, als auf der Ostseite, so wird ein Fallen des Quecksilbers mit Westwinden auf neuen Regen deuten, da der Gang nach Nord wieder durchgemacht werden muß, und hierin zugleich ein neuer Grund für die Häufigkeit der Niederschläge auf der Westseite liegen. Dauernder Regen ist also nicht Ein Niederschlag, sondern die häufige Wiederholung derselben Erscheinung, die sich in Beziehung auf die Windfahne darstellt als eine continuirliche Abwechselung von West und Südwest, in Beziehung auf das Barometer als ein fortwährendes Schwanken."

Um die Richtigkeit dieser Behauptung zu beweisen, hat Dove den Gang des Barometers in Paris bei Niederschlägen näher untersucht, indem er den Druck der Luft um 21^h, 0^h, 3^h und 9^h einzeln berechnet. Es möge hier genügen, den Stand des Barometers, welcher bei Regen um 21^h und 9^h stets an demselben Tage Statt fand, mitzutheilen. Die letzte Spalte der folgenden Tafel, in welcher die Barometerhöhen in Millimetern angegeben sind, giebt den Unterschied zu beiden Zeiten an; das

zeichen — bedeutet, daß das Barometer von 21^h bis 9^h gesunken, das Zeichen +, daß es in eben dieser Zeit gestiegen ist [5]).

Wind	21 Uhr	9 Uhr	Aenderung in 12 Stunden
N	756,11	757,60	+1,49
NNO	44,47	44,46	—0,01
NO	50,89	51,26	+0,37
ONO	44,57	43,51	—1,06
O	47,56	48,99	+1,43
OSO	50,96	50,19	—0,77
SO	44,91	44,41	—0,50
SSO	47,96	46,96	—1,00
S	48,82	48,12	—0,70
SSW	50,26	49,59	—0,63
SW	50,11	49,95	—0,16
WSW	51,61	51,63	+0,02
W	50,14	52,53	+2,39
WNW	51,80	54,97	+3,17
NW	52,46	55,48	+2,02
NNW	61,74	63,43	+1,69

„Betrachten wir die sich ergebenden Differenzen, so ist es wohl überraschend, wie klar selbst aus so wenigen Beobachtungen der Zusammenhang der Barometerveränderungen mit den Hydrometeoren hervortritt. Das Barometer fällt nämlich bei Regen mit Ostwinden, steigt während des Regens mit Westwinden."

„Das rasche Steigen von West bis Nord, eine Linie in 12 Stunden im Mittel, giebt zugleich ein leichtes Verfahren an die Hand, die Richtung der Aenderung des Windes an einem gegebenen Orte zu finden. Zehn Beobachtungen bei NW reichen schon dazu hin. Und so lösen sich denn auf die einfachste Art alle Widersprüche, in welche man sich darum verwickelte, weil man

5) In Dove's l. l. S. 318 gegebenen Tafel ist die Bedeutung der Zeichen die entgegengesetzte; ich habe die Bezeichnung beibehalten, welche durchgängig in diesem Werke eingeführt ist. Die Anomalieen bei NO und O verdienen keine Beachtung, da die Zahl der Regenwinde bei ihnen zu klein ist.

die Phänomene der Ostseite nicht von denen der Westseite unter-
schied, weil man von dem Barometer verlangte, daß es vor dem
Regen entweder steigen müßte oder fallen. Wenn im Conflict der
südlichen und nördlichen Winde auf der Westseite aller überflüssige
Wasserdampf der erstern niedergeschlagen ist, so ist für den durch-
gedrungenen Nordwest, der aus kältern Gegenden nach wärmern
fließt, dessen Dampfcapacität also fortwährend erhöht wird,
kein Grund des Niederschlages vorhanden, und es steht daher bei
dem barometrischen Werthe dieses Windes an der Skale „schön"
oder „sehr trocken" (Fig. 5). Nun beginnt das Barometer zu
fallen, und man sagt: es wird regnen, richtiger: es wird wieder
Südwind werden. Versteht man also unter „vor" die Zeit,
während welcher der Wind von NO durch O nach S geht, so fällt
das Barometer allerdings vor dem Regen. Aber man sieht leicht,
daß dies zwei Erscheinungen verbinden heißt, welche nicht zusam-
mengehören, und eine darauf gegründete Theorie, wie sie Leib-
nitz zuerst gab und die unter verschiedenen Formen später häufig
wiederholt worden ist, wird immer einseitig bleiben müssen, da
sowohl für die regelmäßige Drehung als das unregelmäßige Zu-
rückspringen des Windes die Erscheinung auf der einen Seite der
Windrose der auf der andern gerade entgegengesetzt ist."

Aus der Vergleichung der Temperaturverhältnisse bei den-
selben Winde, aber zu verschiedenen Tageszeiten, leitet der Verfas-
ser noch folgende Sätze her:

„Auf der Westseite der Windrose folgt Schnee auf Regen,
auf der Ostseite Regen auf Schnee."

„Schnee mit Westwinden deutet auf den Eintritt neuer
Kälte, Schnee bei Ostwinden auf eine Milderung derselben. Das
Sprichwort: neuer Schnee, neue Kälte, ist dadurch entstanden,
daß es häufiger mit Westwinden schneiet, als mit Ostwinden."

„Will man diese Sätze auch für die unregelmäßigen Verän-
derungen anwenden, so heißen sie: Schnee mit fallendem Baro-
meter wird Regen, Regen mit steigendem Barometer wird Schnee,
Schnee mit steigendem Barometer zeigt neue Kälte an, Schnee
mit fallendem eine Mäßigung derselben."

„Außerdem folgt hieraus, daß Schneefälle nicht bei be-
deutender Kälte Statt finden können, da, wenn der kalte nörd-

he Wind herrschend geworden, oder der südliche verdrängt, n Grund mehr zum Niederschlag vorhanden ist."

„Eine nach dem Regen erhöht bleibende Temperatur wird mer neuen Regen anzeigen, denn auf der Ostseite ist sie das ge= mäßige Ueberhandnehmen des südlichen Windes, auf der West= te ist sie ein Zurückspringen, das durch ein neues Vorgehen er neuen Niederschlag wieder compensirt werden muß."

„Da auf der Westseite der Windrose der kältere Wind unten rst als schwererer einfällt, der wärmere auf der Ostseite den ltern von oben herab allmählig aufwickelt, so wird bei dem Re= n im Mittel unten ein Wind seyn, dessen barometrischer mitt= er Werth größer ist, als der des oben wehenden. Es wird also Barometerstand während des Regens niedriger seyn, als der rometrische Werth des Windes überhaupt, da das Verdrängen ihrend des Regens am raschesten geschieht. Die Größe des rometrischen Abstandes eines Regenwindes von seinem allgemei= Mittel wird sich also richten nach dem Verhältniß der baro= trischen Werthe der Winde unter einander und der Geschwin= keit des Ueberganges. Da nun im Winter die barometrischen terschiede der Winde am größten und eben deswegen der Ueber= ng der südlichen in die nördlichen und umgekehrt am raschesten, so ird die Differenz zwischen dem Regenmittel eines Windes und m allgemeinen Mittel da am größten seyn. Die Form des ederschlages ist aber in höhern Breiten im Winter Schnee. Das rometer wird also bei Schneefällen am tiefsten unter dem allge= neinen Mittel des Windes stehen."

„Kommt Schnee und Regen aber in demselben Durchgange ch die Windrose vor, so entspricht der Regen dem tiefern Stande."

„Da die gefundenen barometrischen Regenmittel tiefer sind, der Werth für das Minimum der Windrose und bei dem Winde, diesem entspricht, doch während des Regens das Barometer er steht, so reicht jener angeführte Grund nicht hin. Dieses ferstehn beruht also auf 2 Ursachen, dem Uebereinanderwehen schiedener Winde, und einer davon unabhängigen, allen Nieder= ägen gemeinsamen Ursache, die in dem Herausfallen des Was= dampfes zu suchen ist" [6]).

) Dove de bar. mutat. p. 44.

„Aus dem Unteneinfallen des kältern Windes auf der Westseite folgt außerdem, daß Einfallen des Windes, Wolkenbildung, Niederschlag als Regen oder Schnee und Steigen des Barometers zusammenfallen werden, ja häufig der Wind den andern Erscheinungen vorangehen wird, hingegen auf der Ostseite ist die Wolkenbildung früher als der unten bemerkbare Wind. Auf der Westseite geht die Wolkenbildung von unten nach oben, auf der Ostseite von oben nach unten. Das Aufhören der Wolkenbildung, wenn der nördliche Wind immer mehr herrschend wird, nennt man das Brechen der Wolken, welches sehr verschieden ist, von dem allmähligen Auflösen des, des Abends bei aufhörendem Courant ascendant in wärmern Luftschichten herabsinkenden Cumulus. Plötzliche Wolkenbildung gehört der Westseite an, da hier plötzliche Vermischung Statt findet, allmählige Bildung der Ostseite. Jener entspricht der Cumulostratus, dieser der Cirrus. Dieser ist also der Niederschlag durch einen eintretenden südlichen Wind, jener der Niederschlag durch einen in wärmere Luft eindringenden kältern."

Wie weit diese Bemerkungen der Natur entsprechen und wie sie modificirt werden müssen, wenn der Gegenstand an einer größern Zahl von Orten eben so ausführlich untersucht seyn wird, als dieses der scharfsinnige Urheber derselben für Paris gethan hat, läßt sich jetzt nicht bestimmen. So weit meine eigenen Erfahrungen in Halle reichen, habe ich diese Sätze in vielen Fällen bestätigt gefunden. Ob aber der bedeutend geringere Stand des Barometers bei Regen wirklich seinen Grund in dem Herausfallen des Dampfes bei südlichen Winden habe, oder ob die große Differenz nicht vielmehr davon herrührt, daß die Südwinde mit größerer Lebhaftigkeit wehen, aus entferntern Gegenden kommen, dabei wärmer und zugleich feuchter sind, läßt sich eben so wenig entscheiden. Vielleicht liegt der Grund darin, daß die Windfahnen wegen localer Ströme häufig Südwinde angeben, wenn in der That andere Winde wehen, das Barometer steht dann zu hoch und wir erhalten durch häufige Wiederkehr dieser Erscheinung einen zu großen barometrischen Werth für den Südwind. Wenn es dagegen regnet und die Südwinde über eine größere Länderstrecke wehen, dann werden wir eine Größe erhalten, welche sich dem mittleren Werthe des Luftdruckes bei Südwinden immer mehr nähert

Daß das Herausfallen des Dampfes nicht die einzige Ursache s tiefen Standes bei Regen sey, geht noch aus einem andern nstande hervor. Betrachten wir nämlich die obige Tafel (S. 361) nauer, so finden wir, daß die meisten Aenderungen des Baro-eters im Laufe des Tages positiv sind, daß also der Luftdruck ährend des Regens wächst. Im Mittel beträgt die Größe der nahme von 21 Uhr bis 9 Uhr 0,484 Millimeter. Erwägen ir aber, daß die westlichen Winde, bei denen die Zunahme am deutendsten ist, auch die meisten Niederschläge bringen, so ird das arithmetische Mittel aller Aenderungen noch größer. ir finden hier also auch im Großen die Bestätigung des früher S. 349) erwähnten Satzes, daß das Barometer im Allgemeinen ährend des Regens steigt.

Um zu untersuchen, wie weit diese Aenderungen während s Regens auch in andern Gegenden Statt finden, habe ich die essungen von Nicander in Stockholm auf eine ähnliche Art sammengestellt. Hier werden täglich 3 Beobachtungen, um 9 Uhr, 2 Uhr und 9 Uhr mitgetheilt. Ich habe der Verglei-ung den um 2 Uhr wehenden Wind zum Grunde gelegt; an llen Tagen, wo Niederschläge Statt fanden, suchte ich die röße auf, um welche das Barometer stieg (+) oder sank (—). ieselbe Aenderung betrachtete ich an den Tagen, welche dem egen voraufgingen, wofern diese Tage selbst nicht schon Regen-ge waren. Die folgende Tafel enthält die gefundenen Größen pariser Linien.

	Tag vor dem Regen	Regentag
N	+ 0''',42	+ 0''',60
NO	+ 0,06	+ 0,44
O	— 0,01	— 0,41
SO	— 0,50	— 0,65
S	— 0,41	— 0,61
SW	— 0,71	— 0,27
W	+ 0,13	+ 0,22
NW	+ 0,31	+ 1,06
Mittel	— 0,09	+ 0,17

Im Allgemeinen sinkt das Barometer am Tage vor dem Regen, es steigt während des Regens; in beiden Fällen sinkt es bei östlichen, steigt es bei westlichen Winden, ganz so wie Dove es aus den pariser Beobachtungen hergeleitet hatte. Auffallend ist das schnelle Steigen des Barometers bei N und NW Wind; wehen diese Winde stärker, so wird durch die starke Temperaturdepression der Luftdruck vergrößert und die Niederschlagung erleichtert. Sinkt dagegen bei heiterm Himmel und SW Wind das Barometer sehr schnell, dann werden viel Dämpfe herbeigeführt und diese dann niedergeschlagen.

Auch diese Tafel zeigt hinreichend, daß die Temperatur hierbei die Hauptrolle spielt; denn wäre dieses nicht der Fall, so müßten die in obiger Tafel gegebenen Größen sich vielmehr nach dem Einflusse der Winde auf die Entstehung des Regens als nach ihrem Einflusse auf die Wärme richten.

Wir wenden uns zu dem letzten Phänomene, dem Stande des Barometers bei Stürmen. Das Quecksilber oscillirt dann mehr oder weniger, ganz den unregelmäßigen Bewegungen des Fluidums folgend, von welchem es getragen wird. Als eine ziemlich allgemeine Regel wird der Satz aufgestellt, das Barometer habe bei Stürmen einen niedrigen Stand. Dieses Gesetz ist nicht allgemein richtig. Die meisten Stürme kommen bei uns aus SW, dabei sinkt das Barometer sehr schnell, so wie es die diesem Winde entsprechende Temperatur erfordert. Häufig geschieht es, daß dieser Wind plötzlich aufhört, es erfolgt Windstille, nach einiger Zeit folgt ein eben so heftiger Wind aus NW, dabei sinkt die Temperatur; aber obgleich die Luft hier eben so schnell bewegt wird, als im ersten Falle, steigt dennoch das Barometer. Eins der auffallendsten von mir beobachteten Beispiele lieferten die Stürme am 14ten und 15ten Januar 1827. Seit mehreren Tagen war der Himmel trübe, häufige Niederschläge fanden bei westlichen Winden Statt. Mit ungeheurer Schnelligkeit zogen die Wolken am 14ten aus SW, Ziegel wurden in Menge von den Dächern geschleudert, dabei mehrmals starker Regen und vom Morgen bis zum Abend ein stetiges Steigen des Thermometers. In der Nacht drehte sich der Wind nach dem nördlichen Theile des Himmels, am 15ten kam er mit Heftigkeit

...s N und NW, dabei stieg das Barometer schnell. Der Stand
...ider Instrumente war folgender [7]):

		Bar.	Therm.
Januar 13:	10^h Ab.	331''',93,	— 0°,1 R.
14:	8 M.	27,37	+ 2,6
	10	27,18	3,2
	12	26,29	3,6
	2	25,67	4,3
	4	24,44	5,0
	6	23,75	5,2
	8	22,49	5,3
	10	23,40	5,0
	11	24,14	5,0
15:	8^h M.	27,98	1,1
	10	28,90	1,0

...ie Schiffer, welche wegen der Abhängigkeit des Barometers von ...m Zustande der Atmosphäre auf diese Umstände sorgfältiger ach...n müssen, haben uns eine große Zahl von Fällen erzählt, aus ...nen der Zusammenhang zwischen den großen Bewegungen der ...tmosphäre und den Aenderungen des Barometers hervorgeht. ...rusenstern schreibt die Sicherheit, womit er den Gefahren ...nes Sturmes stets die geeignetsten Maaßregeln entgegenstellte, ...uptsächlich den beharrlichen Barometerbeobachtungen zu, und ...coresby versichert, daß er die Zeit und Stärke der Stürme ...s dem Verhalten des Barometers mit einer unter 18 Malen ... Male zutreffenden Gewißheit vorausgesagt habe [8]).

Wie innig dieser Zusammenhang zwischen Aenderungen des ...ftdruckes und Bewegungen der Atmosphäre sey, davon einige ...ispiele aus den Berichten von Seefahrern. In der Nähe von ...pan hatte Krusenstern im September schon mehrere heftige ...inde und trübes Wetter gehabt. Am 30sten, wo der Wind ...ch SO ging, wollte er sich dem Lande nähern, aber starke

[7]) Barometer bei 0° R. Die Angaben des Thermometers können nur als annähernd angesehen werden, da das Instrument auf einem von Gebäuden umgebenen Hofe hing. Im Freien würden seine Aenderungen wahrscheinlich noch bedeutender gewesen seyn.

[8]) Scoresby Account I,378 bei Muncke in Gehler's Wörterbuch I, 935.

Wellen aus SO und beständiges Fallen des Barometers schienen gewisse Vorboten eines Sturmes aus dieser Gegend zu seyn. Um Mittag kamen die Wellen berghoch aus dieser Richtung. Die Sonne hatte eine glanzlose bleiche Farbe und ward bald von den mit großer Schnelligkeit aus SO wälzenden Wolken ganz verdunkelt. Der Wind, welcher allmählig stärker ward, hatte um 1 Uhr ungemein zugenommen, und um 3 Uhr war seine Stärke so groß, daß die Sturmsegel zerrissen. Nichts konnte jetzt der Wuth des Sturmes gleichkommen. So viel ich auch von den Typhons an den chinesischen und japanischen Küsten gehört hatte, fährt Krusenstern fort, so überstieg dieser doch bei weitem meine Erwartung. Das Quecksilber fiel dabei so plötzlich, daß es um 5 Uhr nicht nur ganz unter der Scale verschwand [9]), sondern daß es selbst bei den starken Schwankungen, welche wir vorhin wenigstens auf 4, ja selbst auf 5 Linien über und unter dem Mittel geschätzt hatten, nicht zum Vorschein kam. Da nun unser Barometer auf 27'',6 (englisch) eingetheilt war, so wäre, wenn man hievon 4 Linien abzieht, die Höhe des Quecksilbers nur 27'',2 gewesen, und man könnte sogar behaupten, ohne sich einer Uebertreibung dabei schuldig zu machen, daß die Höhe des Quecksilbers nur 27 Zoll und vielleicht noch niedriger war, weil es beinahe 3 Stunden dauerte, ehe es wieder zum Vorschein kam. Um Mittag war die Höhe des Barometers 29'' 3''',5, in einer Zeit von 5 Stunden betrug also das Fallen des Quecksilbers 2¼ Zoll. Um 8 Uhr Abends ging der Wind von OSO nach WSW; dabei schlug eine Welle plötzlich ins Hintertheil des Schiffes. Diesem kritischen Augenblicke ging eine gänzliche Windstille voraus, die nur wenige Minuten dauerte, dann fing der Wind eben so heftig aus seiner neuen Richtung zu stürmen an. Um 10 Uhr schien der Sturm von seiner Heftigkeit nachzulassen und das Quecksilber erschien wieder im Barometer [10]).

Mehrere ähnliche Thatsachen erzählt Scoresby. In der Nähe Islands hatte er im Anfange des September meistens südliche und östliche Winde, dabei sank das Barometer am 2[illegible]

---

9) Bei dem beobachteten Barometer war die Röhre ganz in Holz eingelegt und dieses nur am obern Theile durchschnitten, im übrigen Theile war die Röhre unsichtbar.

10) Krusenstern Reise I, 252.

uf 28″,35, ohne daß sich ein eigentlicher Sturm zeigte, indem ur ein mäßiger Ostwind wehte, aber die hohe See gab einen hin- eichenden Beweis von der Stärke des in Westen wehenden Win- es. Am 3ten September legte sich der Wind, am Nachmittage ber drehte er sich nach Norden und fing gleich an mit Heftigkeit zu lasen; dabei flog das Schiff mit ungeheurer Geschwindigkeit fort. s verdient bemerkt zu werden, fügt Scoresby hinzu, daß das arometer, welches über 30 Stunden vor dem Anfange des Sturmes auf 28″,35 gefallen war, in dem Augenblicke wieder fing zu steigen, wo der Sturm seine größte Höhe erreichte. Es eg ungefähr 0″,4 in sehr kurzer Zeit. Dieses Steigen des ueckſilbers beim Anfange eines Sturmes ist etwas, was ich oft obachtet habe. Es zeigt aber nicht etwa eine kurze Dauer oder n baldiges Aufhören des Sturmes an, denn ich habe oft ge- hen, daß Stürme 30 bis 40 Stunden darnach mit gleicher Hef- keit angehalten haben [11]).

Einige Tage später beobachtete Scoresby eine völlig ähn- he Thatsache. Der Wind kam aus SSO und ging sodann ch W, aus welchem Theile des Horizontes er mit großer Hef- keit wehte. Am folgenden Tage ließ der Wind etwas nach, er diese Windstille bei dem niedrigen Barometerstande von 28″,5 ngl.) deutete auf eine baldige Rückkehr des Sturmes. Bald ang auch der Wind nach NWgN um und brach mit fürchter- er Wuth auf das Schiff los. Erst als der Sturm seine größte ftigkeit erreicht hatte, fing das Barometer so schnell an zu gen, daß es in Zeit von 16 Stunden seinen Stand um Zoll änderte [12]).

Selbst zwischen den Wendekreisen, wo die Einflüsse äußerer ſtände auf das Barometer sehr unbedeutend sind, steht dieses Zeit heftiger Winde sehr unruhig. Wir haben früher die Ur- e der heftigen Nordwinde nachgewiesen, welche in dem mexi- ischen Meerbusen wehen und welche die Spanier mit dem Na- Nortes bezeichnen [13]). In Vera-Cruz (19° 11′ N) unter- hen die Nordwinde häufig 5, 6 und selbst 8 Tage hindurch

) Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 341.
) Das. S. 358.
) Bd. I. S. 242.

die regelmäßigen Oscillationen des Barometers, und heben das Barometer von 333‴ bis 341‴. Schon vor Ankunft dieser Winde steht das Quecksilber unruhig, und nach den Erfahrungen des Hafen-Capitäns Orta kann man aus der Ansicht des Barometers mit vieler Wahrscheinlichkeit die Nähe, Stärke und Dauer des Sturmes verkünden [14]). Während eines zweimaligen Aufenthaltes von Humboldt in der Havanna stieg das Barometer bei starken Brisen aus NNO um 4 Linien höher als bei heftigen Südwinden [15]).

Die Orcane sind nach den Bemerkungen von Humboldt im Allgemeinen nicht von einem so starken Sinken des Barometers begleitet, als man in Europa glaubt. Ich besitze, fährt er fort, 56 Barometerbeobachtungen, welche der Schiffs-Capitän Don Tomas de Ugarte während des fürchterlichen Orcanes am 27sten und 28sten August 1794 fast von Stunde zu Stunde in der Havanna anstellte, dabei sank das Quecksilber zur Zeit der höchsten Wuth des Sturmes nur um 5 Linien. Kirwan versichert indessen, man habe auf der St. Bartholomäusinsel das Barometer während eines Orcanes (1792) um 18‴,6 (42 Millimeter) sinken sehen [16]). Ist, fragt Humboldt, diese Thatsache eben so erwiesen, als ein Sinken von 11‴,1 auf Isle de France? [17])

Eine noch stärkere Depression des Barometers auf Isle de France beobachtete Brunel [18]) während des Orcanes am 14ten December 1786. Der Vorgang bei demselben war folgender:

Dec. 14: 7ʰ M., Bar. 334‴,5, Himmel dicht bewölkt, Ostwind,
9 . . . . starker Regen, die Stärke des Windes wächst, dieser geht nach ONO;

14) Humboldt Voyage X, 446, Neu-Spanien I, 69. Schweigger Jahrbuch N. R. XVII, 165.

15) Humboldt Voyage X, 450.

16) Irish Trans. VIII, 387 bei Humboldt Voyage X, 450.

17) Moreau de Jonnès hist. phys. des Ant. I, 420 bei Humboldt l. l.

18) Ephem. Soc. Meteor. Palat. 1788. T. I. p. 399.

c. 14 : 2 N., . . . 333,3, veränderliche Winde;
6 . . . . . 332,3 }
8 . . . . . 331,6 } heftige Winde, beständiger Regen;
12 . . . . . 323,9 }
15 2½ M., . . 321,3, der Wind sehr heftig, einige Stöße auch N, der Wind geht nach NW;
3 . . . . . . 324,0, Donner und Blitz in SW;
5 . . . . . . 334,5, es heitert sich bei Westwind auf.

r sank das Barometer von 8 bis 12 Uhr, also in 4 Stunden, e um 8 Linien, und stieg von 3 bis 5 Uhr um 10½ Linien, derungen, wie sie selbst in unsern Breiten selten vorkommen.

Eine ähnliche sehr bedeutende Aenderung des Barometers de während des Orcans beobachtet, welcher am 21sten und ten September 1819 auf der Insel St. Thomas im mexicaben Meerbusen Statt fand. Die von Beaufoy mitgetheilten ecksilberhöhen [19]) waren folgende:

Sept. 20 : 8h Ab. Bar. 337''',34, Wind NgO
21 8h Morg. . . 335,99 . . . . . N
Mittag . . . 335,09
1h 35′ Ab. . . 334,53
1. 56. . . . 334,53 . . . . . NWgN
2. 15. . . . 334,31
2. 45. . . . 334,31
3. 15. . . . 333,97
3. 55. . . . 333,74
7. 20. . . . 332,62
8. 35. . . . 332,05
9. 20. . . . 330,93
9. 55. . . . 330,93 . . . . . WNW
10. 30. . . . 329,80
11. 0. . . . 329,24
11. 45. . . . 328,11
22. 3. 30 Morg. 324,18 . . . . . SW
4. 15. . . . 329,24
8. 15. . . . 332,05

) Ann. of phil. XV, 382.

Sept. 22. 12^h 30′ Mitt. 334,87, der Orcan mit Donner und Blitz hat seine größte Höhe;

4. 08. . . . 334,87

7. 20. . . . 334,53

Wir sehen also auch hier, wie das Barometer in etwa 4 Stunden (11^h 45′ bis 3^h 30′) um 3 Linien sank und sogleich darauf in weniger als einer Stunde um 5 Linien stieg.

So häufig auch ein schnelles Sinken des Barometers und gleichzeitige heftige Wärme beobachtet worden sind, so hält es doch sehr schwer, diesen Gegenstand dergestalt zu untersuchen, daß wir im Stande wären, ihn bis in das kleinste Detail zu verfolgen; aber fast bei keinem Vorgange in der Atmosphäre wird der Mangel gleichzeitiger Beobachtungen so fühlbar, als hier. Wir sehen, daß die Luft sich mit Schnelligkeit aus einer Gegend entfernt und sich nach einer andern bewegt; während dort das Barometer sinkt, muß es hier steigen. Wir haben es hier gewissermaßen mit einer Welle zu thun, welche sich an einer Stelle erhebt und an einer andern senkt, deren Gestalt wir aber nicht zu bestimmen im Stande sind, da wir ihre Coordinaten nicht kennen. Mögen in Europa noch so viele Beobachter einige wenige Beobachtungen am Tage anstellen, diese Arbeiten genügen nicht zur vollständigen Lösung unseres Problemes. Bewegungen, bei denen das Barometer in kurzer Zeit viele Linien sinkt, sind meistens so ausgedehnt, daß wir in Europa nur einen kleinen Theil von ihnen beobachten können, Messungen in America und Asien, wo das Barometer vielleicht zu derselben Zeit eben so schnell steigt, fehlen. Schon ältere Beobachter, wie Woodward, Wallis und A... hatten gefunden, daß die Barometer in entfernten Gegenden meistens zugleich stiegen und fielen; in der Folge untersuchte P... den gleichzeitigen Gang des Barometers an mehrern Orten und fand ihn völlig übeinstimmend [20]). Diese Behauptung in Betreff der nahe gleichzeitigen Aenderungen des Barometers wird durch die Forschungen von Brandes bestätigt. Er stellte alle ihm vorkommenden Beobachtungen des Barometers bei dem ni...

20) Biblioth. univ. XVIII, 261. XIX, 97.

tande am 24sten December 1821 zusammen. Die Orte, wo
ese Messungen gemacht waren, lagen in Frankreich, Italien,
ngland, Deutschland, Norwegen und Island; aus Rußland
tte er Aufzeichnungen aus Abo, Petersburg und Mitau. An
en diesen Orten war das Barometer stark gesunken, weniger
den östlichen Gegenden als in England, weniger in Island als
Frankreich [21]); ja noch weit hin nach Süden mußten sich auf
m atlantischen Meere heftige Stürme gezeigt haben, denn Sa-
ne, welcher den Golfstrom durchschnitt, fand, daß das warme
asser des nach seiner Quelle zurückkehrenden Stromes be-
itend nach Nordosten getrieben war [22]). Aber ungeachtet der
en Messungen haben wir es hier doch nur mit einem einseitig
bachteten Phänomene zu thun. Wir dürfen nicht glauben, daß
nicht drückende Luftmasse verschwunden, etwa von der Erde
orbirt war, wie Meinecke glaubte [23]), es ist vielmehr wahr-
inlich, daß diese aus Europa entfernte Luftmasse in einer an-
n Weltgegend angehäuft wurde; wo dieses aber geschehen sey
wo das Barometer vielleicht einen ungewöhnlich hohen Stand
e, läßt sich aus Mangel an Nachrichten nicht bestimmen.

Diese weite Verbreitung bedeutender Aenderungen des Ba-
eters wird auch durch die trefflichen Untersuchungen erwiesen,
he Brandes über den Gang der Witterung im Jahre 1783
stellt hat [24]). Er benutzte dazu vorzüglich Beobachtungen,
he in Europa von Mafra bei Lissabon bis Torneo und Pe-
burg angestellt waren. Hiebei zeigte sich dann, daß das Ba-
ter, entsprechenden Aenderungen der Wärme zufolge, in einer
nd gestiegen war, während es in einer entferntern sank.
dem in den ersten Tagen des Januar die Kälte stark gewor-
var, nahm sie am 5ten in Deutschland und Frankreich schnell
dagegen sank das Thermometer in Torneo und Petersburg,
ß es am letztern Orte am 9ten bei heiterm Himmel den nie-
n Stand von — 31° (— 25° R.) hatte. Bis zu eben die-

Brandes de repentinis variationibus in pressione atmo-
phaerae observatis. 4. Lips. 1826.
Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 377.
Ebend. VIII, 194.
Brandes Beiträge S. 26 fg.

sem Tage fällt das Barometer in allen Gegenden des mittlern Eu-
ropa ziemlich ununterbrochen. In Berlin, Sagan, Copenhagen
fiel es 13 bis 14''', in Ofen, Wien, Prag, Erfurt, Göttingen
11''', in Würzburg 9''', in Mannheim 8''', in München 7'''
in der Schweiz 3''' und in la Rochelle hatte es seinen mittlern
Stand behalten. Dagegen war es in Marseille und Rom vom
6ten bis 7ten gesunken und darauf bis zum 9ten gestiegen. In
Petersburg und Torneo, wo die Wärme bedeutend abgenommen
hatte, zeigte sich eine starke Zunahme des Luftdruckes, es betrug
dieselbe am erstern Orte 5''', am letztern 7''' [25]). Wir haben
hier demnach etwa zwischen Berlin, Sagan und Copenhagen eine
Gegend, in welcher die relative Wärme am höchsten war, und von
hier nahm die Depression des Barometers nach allen Richtungen
ab, ein Theil der Luftmasse hatte sich nach dem weit kältern Nor-
den bewegt. Diese Bewegung der Atmosphäre erstreckte sich aber
weit über die Gränzen von Europa hinaus. An demselben Tage,
wo der Luftdruck in Europa so klein war, hatte das Barometer in
New-York und Ipswich in Nord-America einen sehr hohen
Stand [26]), und die von Cotte im Detail mitgetheilten Beobach-
tungen von Beauchamp zu Bagdad [27]) zeigen, daß hier das
Thermometer am 18ten Morgens bis — 1°,2 (Mittel etwa
8° R.) sank, und daß das Barometer, welches vom 5ten bis
8ten um 4''',3 gestiegen war, an diesem Tage den höchsten Stand
im Monate (etwa 6''' über dem Mittel) erreichte. Erwägen
wir nun, daß in Petersburg, Ipswich und Bagdad die Wärme
sehr bedeutend abgenommen hatte, so wird begreiflich, wie die
Luft aus dem wärmern Deutschland abfließen mußte, während in
den rings umher liegenden Ländern eine Anhäufung derselben Statt
fand. Wir haben hier also eine wärmste Region mit niedrigem,
eine kalte mit hohem Barometerstande. Von der einen bis zur
andern mußte ein allmähliger Uebergang Statt finden. Ziehen
wir die Gränze dorthin, wo das Barometer etwa auf dem Mit-
tel stand und sich der Luftdruck wenig änderte, so scheint sie durch
la Rochelle, Marseille und Rom, hierauf östlich von Ungarn

25) Brandes Beiträge S. 45.

26) Ebend. S. 48.

27) Cotte Mém. II, 217.

rdlich zwischen Stockholm und Torneo durchzugehen, so daß sie f der Oberfläche der Erde eine gekrümmte in sich selbst zurück- ifende Gestalt hat.

Die Luftmassen, zwischen denen auf diese Art das Gleichge- cht aufgehoben war, bewegten sich mit großer Schnelligkeit :t. Am Abend des 8ten erhob sich vorzüglich im südlichen eutschland ein starker Sturm. In Regensburg brach er am bend des 8ten aus, dauerte bis zum folgenden Abend und erhob h am 10ten abermals. In Mannheim stürmte es in der Nacht m 8ten bis 9ten aus WSW, darauf ward es still bis Abends, er dann nahm der Sturm wieder zu und scheint selbst am 10ten ch fortgedauert zu haben. Auf dem Gotthard und in Baiern ren die Tage am 8ten bis 10ten Januar sehr stürmisch. In :ag wird in der Nacht vom 8ten bis 9ten Januar ein heftiger indstoß erwähnt, nachher aber scheint der Sturm nicht so anhal- d fortgedauert zu haben. In Sagan war heftiger SW Wind m 9ten bis 11ten Januar, in Berlin zwar ein lebhafter, aber r am 11ten etwas stürmischer Wind; dagegen stürmte es hef- er in Göttingen vom 8ten Abends an. In Copenhagen scheint erst am 9ten stürmisch geworden zu seyn. An allen diesen Or- n war der Wind westlich, in Marseille und auf dem St. Gott- rd NW, im mittlern und nördlichen Deutschland meistens SW d W, in Italien war er veränderlich und nicht stürmisch. :ockholm hatte am 8ten und 9ten starken SO, Petersburg O d Spydberga NW Wind, in Bagdad kam er fortwährend aus

Im Allgemeinen hat es nach Brandes ganz das Ansehen, ob ein zu starker Druck der Luft in Petersburg und Torneo in nördlichen Gegenden einen Strom aus Osten her, ein zu star- Druck in den westlichen und südlichen Gegenden einen Zufluß : Luft aus SW her bewirkt habe, um den vorzüglich im nörd- ıen Deutschland viel zu geringen Druck wieder auszugleichen [28]. :mjenigen zufolge, was wir über Entstehung der Winde und der ırometerbewegungen gesagt haben, konnte der Vorgang kaum ein derer seyn. Die stark erwärmte Luft [29]) über dem mittlern :utschland floß in den obern Regionen wahrscheinlich mit unge-

28) Brandes S. 47.

29) Im Sinne des Differentialthermometers.

heurer Schnelligkeit nach allen Seiten ab, und vermehrte hier
Luftdruck, während in den untern Regionen Ströme nach e
diesen Gegenden fließen mußten. Zugleich zeigt uns der eben
trachtete Fall eine auffallende Bestätigung des von Scores
öfter beobachteten Phänomenes, daß der Sturm erst dann
ginnt, wenn das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht
So lange in den untern Regionen nur noch der aufsteigende
strom vorhanden war, sank das Barometer, die lebhafte Sei
bewegung der Luftmassen war nur in den höhern Theilen der
mosphäre vorhanden. Erst nach einiger Zeit kam der Wind
untern Regionen an; durch diese hinzugekommenen Luftma
die sich wahrscheinlich bald darauf wieder erhoben, um aufs M
abzufließen, mußte das Quecksilber bald gehoben werden. D
ankommenden Südwestwinde führten eine große Menge
Dämpfen herbei, welche schnell condensirt wurden, und de
finden wir in diesen Tagen allenthalben starke Regen aufgez
net; an manchen Orten übertraf der Niederschlag in den T
vom 5ten bis 9ten die mittlere Wassermenge des ganzen Monat

In dem eben betrachteten Beispiele sahen wir, daß sch
Europa eine Art Ausgleichung Statt fand, indem das Baro
in einer Gegend sank, in einer andern stieg. Wir finden
viele Fälle, wo das Barometer durch ganz Europa sinkt, w
ses bei dem von Brandes untersuchten tiefen Stande am
December 1821 der Fall war. Ich will hier ein anderes
spiel aus dem Jahre 1783 mittheilen, und dabei vorzüglic
Darstellung von Brandes folgen[30]. Das Barometer sa
zum 9ten Februar sehr tief. Es ergiebt sich aus den vorhan
Beobachtungen, daß das Barometer im mittlern England v
lich tief stand. Am tiefsten, nämlich 14''' unter dem Mittel,
es zu Lyndon in Rutlandshire. Die Gegend, wo es 13½
dem Mittel stand, läßt sich durch eine Linie bezeichnen, die
westlich von Franecker, genau über Amsterdam und dann
muthlich durch das südliche Europa geht. Die Linie, auf w
es 13''' zu tief stand, geht noch oberhalb Middelburg üb
Canal nach St. Malo. Die Linie, wo es 12''' unter dem
steht, geht wenig südlich von Middelburg im holländischen

30) Brandes Beiträge S. 73 fg.

nd und wenig südlich von Dünkirchen vorbei, dann südwärts
ich Paris und von hier nach der Mitte der Bretagne. Die Linie,
o das Barometer 10‴,5 zu niedrig stand, geht von Brüssel ver-
uthlich anfangs ganz südwärts, dann südwestwärts über Orleans
ich Rochelle. Die Linie, wo das Barometer 9‴ unter Mittel-
ihe stand, geht von Göttingen ungefähr über Mainz, nördlich
m Metz, südlich von Troyes und nördlich von Limoges vorbei,
ngefähr nach Bordeaux. 8‴ unter dem Mittel stand es zu Co-
enhagen und die dieser Differenz folgende Linie geht dann beinahe
erade südlich nach Erfurt zu, dann südwestlich über Würzburg,
urch den Elsaß, ungefähr nach Lyon und endlich nach den west-
chen Gegenden der Pyrenäen. Der um 7‴ zu niedrige Baro-
eterstand geht von Spydberga in Norwegen nach Stockholm,
dlich von Berlin, nördlich von Regensburg nach München, süd-
ch von Genf vorbei und durch die ehemalige Dauphiné. Der
arometerstand von 6‴ unter der Mittelhöhe fand Statt südlich
on Sagan, in Prag, Regensburg, auf dem Gotthard, in eini-
en Gegenden der Dauphiné und in Montpellier. 5‴ zu niedrig
and das Barometer in Marseille und zu Mont Louis am Fuße
er Pyrenäen. Endlich stand das Barometer in Ofen und Padua
‴, in Mafra 4½‴, in Petersburg und Torneo 3‴, in Bo-
gna und Rom etwa 3‴ unter der Mittelhöhe.

So haben wir also ganz übereinstimmende Veränderungen
urch ganz Europa, indem das Barometer allenthalben unter der
Mittelhöhe stand; die Differenz wird desto geringer, je weiter
ir uns von England entfernen. Aber auch hier ist kein Ver-
chwinden der Luft, keine Einwirkung des am 9ten eintreffenden
rdbebens in Calabrien, wie van Swinden glaubt, anzuneh-
en, da ja in diesem Falle die Depression in Italien am größten
yn müßte. Auch in diesem Falle finden wir gleichzeitig einen
ohen Druck in einer, einen geringen in einer andern Gegend.
Brandes macht darauf aufmerksam, daß das Barometer in
lew-York am 8ten Februar 9 bis 10 Linien über dem Mittel
and, und aus den Beobachtungen zu Bagdad folgt, daß das
Barometer vom Mittage des 8ten bis zum Mittage des 9ten um
ie für jene Gegenden sehr bedeutende Größe von 5‴,6 gestiegen
var; dabei war das Thermometer um mehr als 10° gesunken
nd der Wind nach Norden gegangen. In den meisten Gegen-

den von Europa zeigten sich dabei nur schwache Oscillatione
Thermometers, dagegen sehr bedeutende Stürme, Gewitte
Regen. Nach diesen Stürmen stieg dann das Barometer i
ropa sehr schnell, während es in Bagdad bei zunehmender W
eben so schnell sank.

So wenig wir auch den Vorgang bei irgend einer g
Oscillation des Barometers kennen, so ist doch nach dem G
ten so viel gewiß, daß das Quecksilber in einer Gegend der
steigt, während es in einer andern sinkt, und daß der mi
Druck wenigstens der trocknen Luft in demselben Moment
constante Größe sey, so daß wir weder ein Verschwinden no
Entstehen neuer Luftmassen annehmen müssen. Ja könnte
bei großen Bewegungen ein Netz von Beobachtungsorten übe
ganze Erde legen, so würden wir wahrscheinlich auf der g
Erdoberfläche in demselben Momente Punkte mit höchstem
niedrigem Stande finden.

Nach dem Gesagten ist die Temperaturdifferenz in ver
denen Gegenden der Erde Ursache dieser lebhaften Bewegu
es wird namentlich in Europa der Gegensatz zwischen dem wär
Meere und dem kältern Festlande im Winter häufig weit ver
tete Luftströme erzeugen. Hat die Luft im Innern des Festla
den größten Theil ihrer Dämpfe verloren, so findet bei dem
tern Himmel eine schnelle Ausstrahlung der Wärme Statt,
es sich, daß zu derselben Zeit der Himmel im westlichen Eu
sehr trübe ist, so wird hier die Wärme schnell steigen, das B
meter sinken, und mehr oder minder heftige Stürme werden
Folge davon seyn. Da sich dieser Gegensatz der Temperatu
der Regel von SW nach NO zeigt, so rückt auch meistens
tiefste Stand, so wie er sich weiter bewegt, in dieser Richt
fort. Schon Steiglehner machte darauf aufmerksam [31],
das barometrische Minimum in der Regel von W nach O f
rücke, und Brandes hat dieses in den meisten von ihm beob
teten Fällen bestätigt gefunden.

In einem Aufsatze über barometrische Minima [32]) hat D
gezeigt, daß die tiefen Stände vorzüglich durch ein lange f

31) Ephem. Soc. Met. Pal. 1782. p. 452

32) Poggendorff's Ann. XIII, 596.

erndes Anhalten des Südstromes bedingt würden, und daß h dieses an den verschiedenen Beobachtungsorten darstelle als ein urchgang durch das Minimum der Windrose in der Richtung WNO. Er betrachtet deshalb die beiden von Brandes [33]) iher betrachteten Minima vom 24sten December 1821 und vom en Februar 1823, und weist speciell nach, wie hier alle Erscheinungen sich aus diesem Strome oder den Wirbeln herleiten lassen, elche durch sein Zusammentreffen mit dem Nordstrome erzeugt erden. Es genüge hier, die Bemerkungen über das Minimum om 24sten December 1821 größtentheils mit den Worten des erfassers mitzutheilen.

Fast allenthalben hatte in Europa im November und December ein stürmischer SW Wind geweht, welcher sich selbst weit n auf dem atlantischen Meere gezeigt hatte, wie dieses die schon wähnte und von Sabine bemerkte Verrückung des Golfstromes beweist. In manchen Gegenden wehte dieser Wind mit großer Heftigkeit wochenlang; von Livorno bis Barcellona richtete ieser Sturm ungeheuren Schaden an, aus allen Gegenden Nachichten von Schiffbrüchen.

Während dieser ganzen Periode war die Temperatur allenthalben erhöht. In Tolmezzo stieg das Thermometer im Schatten uf 25° R. In Genf steigt das Thermometer in der Nacht vom 4sten zum 25sten rasch um 5° und steht am höchsten auf 12°,5 m 25sten Morgens um 1½ Uhr. In Boulogne sur mer steht as Thermometer am höchsten am 25sten Morgens um 3^h 25′ uf 9°,4 C, eine halbe Stunde vor dem barometrischen Minimum; Paris Abends 9^h am 25sten + 9°,6 C. In Hamburg steht Abends 7 Uhr 2°,5 R. höher als Mittags. In Paris ist die ittlere Temperatur des Monats + 9°,7, also 5°,7 höher als n Mittel.

In derselben Zeit ist es in America sehr kalt, das Thermometer sank dort mehrmals bis zu — 15° R, die Kälte soll sich lbst bis in die Aequinoctialgegeden ausgebreitet haben [34]).

---

33) De repentinis variat. in press. atm. observatis. 4. Lips. 1826.

34) Bibl. univ. XIX, 218.

Ein so heißer Luftstrom, als dieser SW über Europa, m natürlich, wenn er mit stürmischer Schnelle in immer höh Breiten eindringt, furchtbare Niederschläge geben; und die plötzliche Niederschlag wird der Gewitterbildung vorzüglich güns seyn. Diese Niederschläge werden da, wo die Alpen wie e Mauer ihn hemmen, Gebirgsniederschläge seyn, in der Eb zuerst Niederschläge der Ostseite, dann die des durchgedrungen SW, zuletzt im Verdrängen desselben durch eine kältere Luft N derschläge der Westseite. Alle Thatsachen deuten darauf, d die Dämpfe durch südliche Winde herbeigeführt werden.

Jenseits der Alpen finden wir große Ueberschwemmung durch Gebirgswässer. In Piemont führen die ausgetretenen Bä Brücken und Häuser fort, die Scrivia erhebt sich bei Tortona einer außerordentlichen Höhe, die Straße von da nach Plaisan von Turin nach Novi sind überschwemmt, alle Wege östlich südlich von Genua sehr beschädigt. Auf dem Bernhard fallen 24 Stunden 15 Zoll Schnee, und am 26sten als der Wind n NO herumgeht, noch 9 Zoll. Und eben dieses gilt für Fra reich und England, allenthalben wird der Monat als ungewö lich warm und feucht charakterisirt.

Nach den von Brandes mitgetheilten Thatsachen rückt d Minimum fort in der Richtung des SW-Stromes von Brest n Apenrade. Diese Fortpflanzung des Effectes ist am ungestörtes da, wo die ebene Fläche des Meeres dem Winde kein Hinder entgegenstellt. Aber da, wo eine Gebirgswand sich ihm entgeg stellt, wird nothwendig eine Anhäufung der Luft diesseits der G birgswand Statt finden müssen, jenseits derselben hingegen e sprungweise Erniedrigung des Barometers, und so finden w auch, daß jenseits der Alpen das Barometer plötzlich höher ste als diesseits. In der Höhe, wo dieses Hinderniß wegfällt, w auch seine Wirkung aufhören; wir sehen daher auf dem St. Ber hard schon ein rasches Fallen, während dieses in der lombardisch Ebene noch nicht bemerkt wird. Da aber die Differenzen des Druck je tiefer am Boden, desto größer sind, so wird in den Spalten d Gebirges, wo die Luft hindurchdringen kann, dieses mit der grö ten Heftigkeit geschehen. Deswegen wüthet der Sturm in d Thälern weit heftiger als auf dem Gipfel der Berge. Diese D ferenzen werden natürlich abnehmen, je länger der Strom dau

nd je mehr sich dessen Intensität vermindert, daher werden die Differenzen diesseits des Gebirges immer kleiner.

Aus allen von Brandes und Dove gesammelten und in ren Abhandlungen speciell mitgetheilten Thatsachen geht unver- nnbar hervor, daß sich dieses Minimum an demselben Orte als n stürmischer Durchgang durch die Windrose in der angegebenen ichtung charakterisirt.

In den meisten Fällen folgt eine starke Depression des Queck- bers auf länger schon anhaltende Südwinde; weit seltener er- gnet es sich, daß es auf dauernde Nordwinde bei schnell zuneh- ender Temperatur, anfänglich in der Höhe und dann in der efe, folgt. Wenn bei dem gewöhnlichen Vorgange der Wind h stürmisch nach Norden dreht, und der Nordwind das Ueber- wicht erhält, dann geschieht es nicht selten, daß das Maximum s Luftdruckes kurze Zeit nach dem Minimum folgt. Schon v. Buch legte auf diesen Umstand ein großes Gewicht. „Ueber- upt wissen diejenigen wohl, welche das Barometer fleißig beob- hten, daß die äußersten Extreme der tiefen und hohen Stände Winter gewöhnlich gar wenige Tage von einander entfernt sind; d ich glaube bemerkt zu haben, daß vom tiefem Stande zum hen das Quecksilber schnell hinaufläuft, nicht aber umgekehrt"[35]). weit ich Beobachtungen verglichen habe, zeigte sich mir in den isten Fällen eine Bestätigung dieses Satzes, welche eine noth- ndige Folge aus der von Dove angegebenen Drehung des Win- und dem Einflusse von diesem auf die Temperatur ist. Hef- e Niederschläge werden Folge dieser Vermischung seyn, die Luft hr oder weniger ausgetrocknet werden; erhält dann endlich der rdwind das Uebergewicht, so wird diese schon an sich kalte Luft beständiges Zuströmen in den obern Regionen erzeugen, die lken verschwinden schnell, und bei der lebhaften Strahlung Bodens nimmt die Kälte immer mehr zu. Jedoch nur wenn es Steigen in der letzten Zeit langsamer erfolgte, dürfen wir kaltes dauerndes Wetter rechnen, die Drehung des Windes t nunmehr langsam vor sich; war aber das Barometer schnell iegen, so geschieht es nicht selten, daß es in kurzer Zeit wieder

) Abh. d. Berl. Acad. 1818. S. 95.

sinkt, es folgt ein zweites Minimum, das aber meistens nich
bedeutend ist, als das erste.

Mögen wir nun mit Dove annehmen, daß der ganze
gang bei diesem Phänomene in einer Drehung des Windes un
einem Fortrücken der Ströme bestehe, oder möge irgend
andere Hypothese darüber aufgestellt werden, so viel ist ge
daß diese großen Oscillationen des Barometers mit Bewegun
der Atmosphäre verbunden sind, welche sich über einen gr
Theil der Erde erstrecken, große Wellen durch den ganzen
ocean. Aber so wie bei jeder Wellenbewegung die Oscillatio
noch länger fortdauern, so auch hier, zumal da in dem vorlie
den Falle die Stürme, welche Folgen vorhergehender Tempera
differenzen sind, ihre Fortdauer selbst durch anomale Conde
tionen des Dampfes und Aenderungen der Wärme bedingen.

Mangel an gleichzeitigen Beobachtungen in entfernten
genden der Erde verstattet uns nicht, dieses gegenseitige
halten der Witterung auf der ganzen Erde zu vergleichen,
man kann meistens annehmen, daß wenn die Witterung in ei
großen Theil der Erde einen anomalen Gang hat, sie in einem
dern einen abweichenden in entgegengesetzter Richtung h
Dove macht auf mehrere hieher gehörige Thatsachen aufm
sam. Egede Saabye erzählt von Grönland: die Dänen ha
bemerkt, daß wenn der Winter in Dänemark strenge gewe
der grönländische nach seiner Art gelinde war, und umgeke
Im Jahre 1802 war der Sommer im westlichen Europa
trocken, im östlichen Asien anhaltender Regen und ungehe
Ueberschwemmungen. Während der strengen Winter 17
1799 herrschten in Frankreich und Deutschland fast unausge
NO und O. Da wo der N und O Wind in dem Sommer di
Jahre wehte, war es sehr trocken bei vollkommen heiterm H
mel. In Grönland war der Winter im Jahre 1799 so m
daß in Lichtenau im December das Thermometer meist ei
Grade über dem Gefrierpunkte stand. Hingegen der Somm
wintermäßig durch häufige Schneefälle [36]).

Es fehlt uns im Ganzen zu sehr an Thatsachen, um die
Gegenstand durch eine größere Zahl von Beispielen zu beleg

---

ggendorff's Ann. XIII, 592.

er das Jahr 1821 bis 1822 giebt uns davon einen auffallenden
weis. Auf den niedrigen Barometerstand folgte ein gelinder
nter, in Paris und in andern Orten des westlichen Europa
ren die Temperaturen des Januar und Februar mehrere Grade
ıer als im Mittel, dagegen zeichnete sich der Winter von 1822
h den von Lovell bekannt gemachten Thatsachen in Nord-America
ch große Kälte aus, und vielleicht hat dasselbe im Innern Asiens
att gefunden. Dann folgte ein Sommer, welcher in Paris
hrere Grade wärmer war, als im Mittel, die Menge des im
ızen Jahre 1822 herabgefallenen Wassers war etwas kleiner
im Durchschnitte. Aber diese großen Bewegungen zeigten
auch weiter östlich. Während in Europa im Sommer die
knen Winde das Uebergewicht hatten, herrschten in Hindostan
Stürmen feuchte Seewinde, und in Bombay fielen in diesem
hre 1822 $33\frac{1}{4}$ englische Zoll mehr Wasser herab, als im
ttel in den Jahren 1817 bis 1827 [37]).

Behalten wir den Gegensatz zwischen Festland und Meer
Augen, erwägen wir, daß in beiden großen Continenten die
gung der Isothermen wahrscheinlich an den Westküsten am
ksten ist, dann ist es wahrscheinlich, daß die Westküsten beider
ntinente in dem Verhalten der Witterung eine mehr oder weni-
große Aehnlichkeit unter einander, einen mehr oder weniger
fallenden Gegensatz gegen die Witterung im Innern der Län-
nassen zeigen werden. Sollte sich dieses einst beweisen lassen,
n erhielte die Hypothese von Dove über die gleichzeitige Exi-
z zweier nördlichen und zweier südlichen Ströme [38]) keine ge-
ge Bestätigung.

Unter den wenigen mir bekannten Thatsachen, welche für
n Zusammenhang großer Bewegungen der Atmosphäre und
den damit zusammenhängenden Gegensatz der Witterung im
e ganzer Jahreszeiten sprechen, möge noch folgende erwähnt
den. Das Jahr 1824 und der darauf folgende Winter von
25 werden noch lange in schrecklichem Andenken für viele Be-
ner von Europa bleiben. Die schreckliche Ueberschwemmung,

) Die Beobachtungen werden mitgetheilt im Edinb. Journ. of Sc.
X, 141.

Bd. I. S. 254.

des Rheins, dann die Sturmfluthen in Petersburg, späte
Schleswig und Holstein, waren nach den gründlichen Unter
gen von Muncke und Schübler [39]) Folgen der vorhe
den, lange Zeit anhaltenden Stürme aus SW. Dabei w
Barometer sehr unruhig, wie dieses die Untersuchung von
ström genügend beweist [40]), die Regen so häufig, daß be
im südlichen Deutschland allenthalben, selbst auf Straßen und
ten Quellen hervorbrachen. Die Wärme der Wintermona
dabei größer als im Mittel. Anders dagegen war der Gan
auf Island. Nach den Beobachtungen von Thorsten
Reikiavig zeichnete sich dieser Monat, namentlich der D
durch eine Kälte aus, welche mehrere Grade größer war,
mittlere, und mehrmals hatte das Barometer hier einen
Stand, wenn es in Copenhagen niedriger war [41]). Diese
welches sich in Europa durch Nässe auszeichnete, war in
stan eben so trocken, denn in Bombay war die Regenmen
44 englische Zoll kleiner als die mittlere.

Oestlich von Hindostan war an den Ufern des großen
und auf diesem das Wetter eben so als in Europa. Einige
achtungen von Kotzebue mögen dieses bestätigen. „Der
trat nun in Californien mit aller Macht ein. Wir hatten
stürmisches Wetter und Regen; den 9ten October alten
wehte der Wind aus Südwesten mit der Gewalt der o
westindischen Orcane, riß die Dächer von den Häusern, e
zelte die stärksten Bäume und richtete große Zerstörung
Eines unserer dicksten Ankertaue riß, und wenn das zweite
dickere, nicht gehalten hätte, so wären wir an die felsigen U
Landes getrieben worden. — Glücklicherweise dauerte die
Wuth des Sturmes nur wenige Stunden; doch das war hi
lich, um vielen Schaden in der Gegend anzurichten. Das
verbreitete sich über alle niedrigen Stellen des Landes mit
solchen Schnelligkeit, daß unsere Leute kaum Zeit hatten,
Zelt mit den astronomischen Instrumenten in Sicherheit zu b
Nach genauerm Vergleich der Tageszeit von St. Petersbu

39) Poggendorff's Annalen III, 129—155.
40) Magazin for Naturvidenskaberne V, 362.
41) Schouw in Tiddskrift for Naturvidenskaberne IV, 259

t. Francisco, vermöge der Längendifferenz, ergiebt sich, daß : große Ueberschwemmung, welche in Petersburg so viel Unheil richtete, und diese in Californien, nicht allein an demselben Tage :att fanden, sondern auch in derselben Stunde ihren Anfang ɔmen [42]). Auch mehrere hundert Meilen weiter nach Westen, i den Sandwichinseln, hatte zu gleicher Zeit ein eben so starker urm gewüthet, so wie abermals Hunderte von Meilen weiter, i den Philippinen, wo er mit einem Erdbeben verbunden war, :ch welches mehrere Häuser einstürzten. In der Bai von Ma- a war die Gewalt des Windes so furchtbar gewesen, daß eine nzösische Corvette, unter Befehl des Capitäns Bougainville, :s Sohnes des berühmten Seefahrers, in dem so sichern Ha- entmastet ward, wie man uns dies auf den Sandwichinseln ı in Manilla selbst erzählte" [43]).

Einige Tage später reiste Kotzebue von Californien nach Sandwichinseln. „Ein fortwährend starker Nordwest begün- te diese Fahrt so sehr, daß wir schon am 3ten December (alten yls) in der Länge von 133° 58′ (Greenwich) den Wendezirkel Krebses durchschnitten, den Passatwind gewannen, vermittelst elben unsern Lauf westlich nahmen, und uns einbildeten, hier der Tropenregion keinen Stürmen mehr unterworfen zu seyn. rin hatten wir uns aber für dieses Mal sehr geirrt. Bereits 5ten begann der Sturm mit großer Heftigkeit aus SO zu vehen, so daß wir gezwungen waren, alle Segel einzunehmen. ı 6ten ging der Sturm mit gleicher Stärke nach Westen über, den 7ten nach Norden. Aus dieser Gegend erhielten wir die

---

) In mehreren öffentlichen Blättern ist bemerkt worden, daß dieses nicht ɔer Fall seyn könne, da die Petersburger Ueberschwemmung erst im No- ɔember Statt fand. Daß sich Kotzebue hier um einen ganzen Mo- ıat sollte versehen haben, scheint mir nicht wahrscheinlich, vielmehr ermuthe ich, daß hier ein Schreibfehler im obigen Datum liegt. Der Prof. Eschscholz wurde von diesem Sturme auf der Rückkehr von er nur wenige Tagereisen entfernten Colonie Roß überfallen, und kurze Zeit nach der Ankunft von diesem, am 18ten November, traten Kotze- ue und Eschscholz eine Excursion ins Innere des Landes an, so aß wir wohl 9 November statt 9 October lesen müssen.

Kotzebue Neue Reise II, 73.

allerheftigsten Windstöße; aber nun klärte sich der Himme
bald auf und der Sturm legte sich. Am 8ten gegen Abe
der hier gewöhnliche Passat wieder ein. Ich erwähne
Stürme nur, weil sie zwischen den Wendezirkeln, in so
Entfernung vom Lande, fast beispiellos sind, besonders d
Westen. Aber dieses Jahr schien überhaupt ganz aus d
wöhnlichen Geleise getreten zu seyn, und brachte eine Men
störender Naturbegebenheiten hervor, über die man allen
klagte, wo wir hinkamen" [44]).

Auch in Africa scheinen in dem Winter von 1824 und
sehr heftige Stürme geherrscht zu haben. Als nämlich
Nacht vom 19ten Januar 1825 das englische Schiff Cl
einer Entfernung von 200 Lieues von der africanischen
zwischen den Parallelen des Gambiaflusses und des grünen
birges von Norden nach Süden segelte, war das ganze Sc
feinem Sande bedeckt. Der Wind hatte dabei mit Heftigk
Richtungen zwischen NO und O geweht [45]), wahrscheinli
der Sand also aus Africa herbeigeführt.

Bei so großen Bewegungen der Atmosphäre wird dan
zwischen den Wendekreisen die große Regelmäßigkeit der
rung nicht selten gestört, und diese Störungen fallen hie
auf, als in höhern Breiten, wo warme und kalte, nas
trockne Tage im Laufe des ganzen Jahres wechseln; noch
cher kann man diese Anomalieen in denjenigen Gegenden ben
wo sich der Zusammenhang zwischen den Erscheinungen vers
ner Länder nachweisen läßt. In Aegypten, wo der Reg
den Seltenheiten gehört, wird ein Gewitter als böses Om
gesehen und man prophezeiht daraus eine schlechte Erndte.
Glaube scheint nicht ganz ohne Grund zu seyn. Die Dämpf
Mittelmeeres werden von den Nordwinden nach Süden getri
noch mehr erwärmt gelangen sie im elastischen Zustande bis z
Gebirgen des Sudan, wo sie condensirt werden. Je stärke
Ebenen erwärmt sind, desto lebhafter wird der von ihnen erz

---

44) Kotzebue Neue Reise II, 83.
45) Ann. de chimie XXX, 430.

rdwind, desto größer die Menge nach Süden gegangener
ämpfe, man erwartet eine starke Ueberschwemmung des Nils,
rf aber in ganz Aegypten auf keine Niederschläge rechnen.
t der Gang der Moussons gestört, so finden in Aegypten häu-
e, auf dem Hochlande geringe Regen Statt, eine schwache Nil-
welle und Hungersnoth sind Folgen davon. Wir finden bei
ı Historikern mehrere Fälle dieser Art erzählt, eins der auffal-
dsten in der Bibel. Als Moses mit dem Stamme Abraham's
s Aegypten ziehen wollte, so fand allen erzählten Thatsachen
olge eine schwache Ueberschwemmung Statt, die Fische starben
s Wasser wurde stinkend, und die Aegypter ekelten sich zu trin-
ı das Wasser aus dem Strome [46]). Aber kurz vor der Nil-
welle wird das Wasser alljährlich schlecht [47]), der Typhon der
üste, der Chamsin, weht dann häufig; Infusorien, welche sich
rch die Hitze zu bilden scheinen [48]), werden dann dem Leben
ädlich [49]). Erst bei der schnellern Störung, welche durch das
kommende Wasser des Hochlandes erzeugt wird, gewinnt das
asser wieder seine verlorne Güte. Sind daher die Niederschläge
Hochlande klein, so wird in dem stagnirenden Wasser eine
enge Ungeziefer (Frösche nach Luther's Uebersetzung) gebildet,
est, Ausschlag und Läuse werden von selbst erscheinen. Dabei
rd der Himmel in Aegypten häufiger bewölkt, Regen und Ge-
tter werden sich zeigen. „Und der Herr ließ donnern und
geln, daß das Feuer auf die Erde schoß. Also ließ der Herr
gel regnen über ganz Egyptenland." Die Juden, welche
hrscheinlich in den östlichen Gebirgsketten mit ihren Heerden
ideten und hier ein wahres Beduinenleben führten, wahrschein-
die Caravanen und die Städte von Zeit zu Zeit plündernd,
shalb die Hirten den Aegyptern ein Gräuel waren [50]), litten weit
niger von dieser geringen Ueberschwemmung, weil ihre Weide-
ze durch den häufigen Regen befruchtet wurden; Krankheiten

---

6) II Moses VII, 17. Ich bemerke dabei, daß die Lieblichkeit des Nil-
wassers im Orient sprichwörtlich ist.

7) Bruce Reisen III, 714.

8) Rüppell Reisen S. 297.

9) Abdallatif relat. de l'Eg. p. 4.

0) I Moses XLVI, 34.

fanden unter ihnen nicht so häufig Statt; daß aber die J
nicht so verschont blieben, als uns Moses erzählt, scheint da
hervorzugehen, daß dem Tacitus [51]) zufolge die Juden des
satzes wegen aus Aegypten gejagt wurden: eine Behaup
welche nicht blos durch Abbildungen, welche die Franzosen
den alten ägyptischen Monumenten fanden, sondern auch
die ganze Lebensweise der Beduinen einen hohen Grad von W
scheinlichkeit erhält.

---

51) Tacitus hist. V, 1, 2.

Siebenter Abschnitt.

on den electrischen Erscheinungen der Atmosphäre.

ie Erklärung von wenigen Erscheinungen der Atmosphäre hat älteren Physikern so viel Mühe gemacht, als die des Blitzes [1]). en so gewaltigen Eindruck machte dieses Phänomen auf die älte Bewohner der Erde, von denen uns Nachrichten überliefert sind, nur der oberste der Götter die Macht hatte, Blitze auf die Erde abzuschleudern, und fast alle Völker, die wir durch Reisende in den en Jahrhunderten kennen gelernt haben, hatten Vorstellungen, che mehr oder weniger an die Mythologie der Griechen erinnern.

---

1) Die Quellen für die electrische Natur dieser Erscheinungen sind: Dr. Benjamin Franklin's sämmtliche Werke, nebst des franz. Uebersetzers Barbey Dubourg Zusätzen mit Anm. von G. T. Wenzel. 8. Dresden 1780. Bd. I. Beccaria osservazioni della elettricità terrestre atmosferica a cielo sereno bei seinem Elettricismo artificiale. Torino 1772. 4. v. Gersdorf über meine Beobachtungen der atm. Electricität. Görlitz 1802. 4. J. A. Reimarus vom Blitze. 8. Hamburg 1778. Desselben neuere Bemerkungen vom Blitze das. 1794. P. Mako vom Donner. 8. Wien 1775. Bertholon de St. Lazare die Electric. d. Luftersch. a. d. Franz. 8. Liegnitz 1792. W. A. Lampadius Versuche u. Beob. über Electr. u. Wärme der Atmosphäre. 8. Leipzig 1805. A. Volta della Meteorologia elettrica in Opere di Volta. 8. Firenze 1816. Tomo I. Parte II. Ein Theil dieser Abhandlungen ist übers. unter dem Titel: Alex. Volta's meteorolog. Beob., besonders über die atmosph. Electr. 8. Leipz. 1799. Besondere Abhandlungen u. Beobachtungen finden sich von Ronayne in Phil. Trans LXII, 138. Schübler in Schweigger's Jahrb. VIII, 131. XI, 387. XIX, 1 u. s. w. Saussure Reisen durch die Alpen Bd. III. Erman in Gilbert's Ann. XV, 385. Prechtl in Gehlen's Journal VIII, 297. Crosse in Gilbert's Ann. LIV, 49. Read in Phil. Trans. LXXXI, 185 u. s. w. Außerdem in allen Schriften über Meteorologie oder Electricität.

allerheftigsten Windstöße; aber nun klärte sich der Himmel a
bald auf und der Sturm legte sich. Am 8ten gegen Abend
der hier gewöhnliche Passat wieder ein. Ich erwähne d
Stürme nur, weil sie zwischen den Wendezirkeln, in so gr
Entfernung vom Lande, fast beispiellos sind, besonders der
Westen. Aber dieses Jahr schien überhaupt ganz aus dem
wöhnlichen Geleise getreten zu seyn, und brachte eine Menge
störender Naturbegebenheiten hervor, über die man allenth
klagte, wo wir hinkamen" [44]).

Auch in Africa scheinen in dem Winter von 1824 und 1
sehr heftige Stürme geherrscht zu haben. Als nämlich in
Nacht vom 19ten Januar 1825 das englische Schiff Clyd
einer Entfernung von 200 Lieues von der africanischen K
zwischen den Parallelen des Gambiaflusses und des grünen Vo
birges von Norden nach Süden segelte, war das ganze Schiff
feinem Sande bedeckt. Der Wind hatte dabei mit Heftigkeit
Richtungen zwischen NO und O geweht [45]), wahrscheinlich
der Sand also aus Africa herbeigeführt.

Bei so großen Bewegungen der Atmosphäre wird dann
zwischen den Wendekreisen die große Regelmäßigkeit der W
rung nicht selten gestört, und diese Störungen fallen hier m
auf, als in höhern Breiten, wo warme und kalte, nasse
trockne Tage im Laufe des ganzen Jahres wechseln; noch de
cher kann man diese Anomalieen in denjenigen Gegenden beme
wo sich der Zusammenhang zwischen den Erscheinungen versch
ner Länder nachweisen läßt. In Aegypten, wo der Rege
den Seltenheiten gehört, wird ein Gewitter als böses Omen
gesehen und man prophezeiht daraus eine schlechte Erndte. D
Glaube scheint nicht ganz ohne Grund zu seyn. Die Dämpfe
Mittelmeeres werden von den Nordwinden nach Süden getrieb
noch mehr erwärmt gelangen sie im elastischen Zustande bis zu
Gebirgen des Sudan, wo sie condensirt werden. Je stärker
Ebenen erwärmt sind, desto lebhafter wird der von ihnen erze

44) Kotzebue Neue Reise II, 83.
45) Ann. de chimie XXX, 430.

Nordwind, desto größer die Menge nach Süden gegangener Dämpfe, man erwartet eine starke Ueberschwemmung des Nils, arf aber in ganz Aegypten auf keine Niederschläge rechnen. ist der Gang der Moussons gestört, so finden in Aegypten häuge, auf dem Hochlande geringe Regen Statt, eine schwache Nilhwelle und Hungersnoth sind Folgen davon. Wir finden bei en Historikern mehrere Fälle dieser Art erzählt, eins der auffalndsten in der Bibel. Als Moses mit dem Stamme Abraham's us Aegypten ziehen wollte, so fand allen erzählten Thatsachen ıfolge eine schwache Ueberschwemmung Statt, die Fische starben, ıs Wasser wurde stinkend, und die Aegypter ekelten sich zu trinn das Wasser aus dem Strome [46]). Aber kurz vor der Nilıwelle wird das Wasser alljährlich schlecht [47]), der Typhon der üste, der Chamsin, weht dann häufig; Infusorien, welche sich ırch die Hitze zu bilden scheinen [48]), werden dann dem Leben ıädlich [49]). Erst bei der schnellern Störung, welche durch das ıkommende Wasser des Hochlandes erzeugt wird, gewinnt das asser wieder seine verlorne Güte. Sind daher die Niederschläge ı Hochlande klein, so wird in dem stagnirenden Wasser eine lenge Ungeziefer (Frösche nach Luther's Uebersetzung) gebildet, est, Ausschlag und Läuse werden von selbst erscheinen. Dabei rd der Himmel in Aegypten häufiger bewölkt, Regen und Getter werden sich zeigen. „Und der Herr ließ donnern und geln, daß das Feuer auf die Erde schoß. Also ließ der Herr ıgel regnen über ganz Egyptenland." Die Juden, welche hrscheinlich in den östlichen Gebirgsketten mit ihren Heerden ideten und hier ein wahres Beduinenleben führten, wahrscheindie Caravanen und die Städte von Zeit zu Zeit plündernd, shalb die Hirten den Aegyptern ein Gräuel waren [50]), litten weit ıiger von dieser geringen Ueberschwemmung, weil ihre Weidege durch den häufigen Regen befruchtet wurden; Krankheiten

[46]) II Moses VII, 17. Ich bemerke dabei, daß die Lieblichkeit des Nilwassers im Orient sprichwörtlich ist.

[47]) Bruce Reisen III, 714.

[48]) Rüppell Reisen S. 297.

[49]) Abdallatif relat. de l'Eg. p. 4.

[50]) I Moses XLVI, 34.

renden Glasstäben getragen, entweder im Freien in der
Bodens standen, oder über die Spitze der Gebäude herv
Zuweilen wurden auch die Blitzableiter so vorgerichtet,
diese Untersuchungen an ihnen vornehmen ließen. Stat
eine stetige Verbindung der Stücke des Leiters von der
Gebäudes bis in den Boden herzustellen, ließ sich ein
der Mitte nach Belieben entfernen und dadurch der ob
isoliren, so daß man sein electrisches Verhalten prüfen
bei großer Gefahr, wenn ein Gewitter im Zenith stand
dieses entfernte Stück wieder in den Blitzableiter gesetzt
Klasse von Apparaten eignet sich zwar sehr gut zu Unters
von starker Electricität, taugt aber wenig zu feineren
tungen, da Regen und Staub den Glasstäben bald ih
schaft nehmen, kleine Electricitätsmengen zu isoliren [13]).

Bei weitem zweckmäßiger ist der electrische Drache,
Franklin zuerst anwandte, aber auch er ist im Gan
quem. Cavallo, welcher mit dieser Vorrichtung ei
Menge von Versuchen anstellte, ist der Meinung, daß
wöhnlichen kleinen Drachen, wie sie die Kinder verferti
bequemsten hiezu seyen; um indessen das Papier vor de
zu schützen, wird es mit Leinölfirniß getränkt. In das
Ende des Holzes steckte er anfänglich einen Draht, glau
daß hiedurch wenig gewonnen werde. Eben so wenig s
Belegung des in der Mitte befindlichen Stabes mit Stan
bedeutende Verstärkung hervorzubringen. Um die Schnur
bessern Leiter zu verwandeln, flocht er zwei dünne Bindfä
einem dritten mit Lahn überzogenen Faden zusammen;
zweckmäßig war es, gewöhnliche Bindfäden mit Pulvern
tenden Körpern, als Lampenruß, Kohlenstaub u. s. w.,
ziehen [14]).

Giebt freilich der electrische Drache in vielen Fällen n
chen von Electricität, wo wir keine Spur derselben an
Stangen wahrnehmen, so ist seine Manipulation doch umst
in vielen Fällen steigt er nicht, und bei starker Electricität

13) Saussure Reisen III, 251. §. 799.

14) Cavallo Electricitätslehre I, 320. Pfaff in Gehler's
terb. II, 583.

n Beobachter gefährlich werden. Will man die Electricität sehr
er Luftschichten bei mäßigem Winde untersuchen, so ist der
ache dazu noch immer das einfachste und wohlfeilste Mittel;
in aber ist es bequemer ein System von Drachen mit einander
verbinden, wie dieses Wilson noch vor Franklins Versuche
it, als er beabsichtigte die Temperatur in den obern Regionen
Atmosphäre zu bestimmen. Mehrere Drachen von verschiede-
Größe wurden einzeln zubereitet; man ließ zuerst den kleinsten
hoch steigen, als er wollte; das unterste Ende seiner Schnur
rde an einen zweiten etwas größern gebunden, welcher aufs
ue stieg, und auf diese Art ließ man sich eine Reihe von Dra-
n erheben. Die Höhe, welche der oberste erreichte, war sehr
eutend, indem er im Sommer nicht selten zwischen den weißen
ten Wolken verschwand. Diese im Jahre 1749 gemachten
rsuche wurden meistens bei heiterm Wetter angestellt, und die
hnüre waren gewöhnlich trocken, so daß Wilson keine Spur
i Electricität wahrnahm [15]). — Häufig sind Aerostaten zu
ser Untersuchung empfohlen worden, wie namentlich Lichten-
rg [16]) that, aber nur selten sind sie dazu benutzt worden, so
e denn überhaupt die Spielmonate in der Benutzung der Luft-
lle, von denen Lichtenberg glaubte, daß sie bald vorüber
n würden [17]), wirklich noch nicht vorüber sind. Jedoch schei-
i die Aerostaten so lange wenig brauchbar zu seyn, als es nicht
ungen ist, Bälle zu verfertigen, welche leicht sind und dabei
Wasserstoffgas fest zurückhalten.

So viele Versuche Cavallo auch mit dem electrischen Dra-
i anstellte, so hielt er ihn doch für unbequem, und er gab
halb eine Vorrichtung, vermittelst deren sich die Electricität
dem Fenster eines Zimmers beobachten ließ. An dem vor-
n Ende einer mehrere Fuß langen Stange von Holz wird ein
Siegellack überzogenes Glasstäbchen befestigt, an dessen Ende
eine Korkkugel befindet. In letztere ist eine Nadel gesteckt, die
einem Bindfaden befestigt ist, dessen zweites Ende der Beobach-

5) In der Biographie von Alex. Wilson im Edinb. Journ. of Sc. X, 6.

6) Lichtenberg vermischte Schriften IX, 341.

7) Das. S. 329.

ter in der Hand hält. Soll die Electricität der Atmosphäre unt
sucht werden, so wird der Stab zum Fenster des obern Stoc
eines Hauses hinaus und das andere Ende mit der Kugel so h
gehalten, daß er mit dem Horizonte einen Winkel von etwa 5
bis 60° bildet. Hat das Instrument einige Zeit diese Lage
habt, so wird die Stecknadel vermittelst des Bindfadens aus
vordern Kugel gezogen und der electrische Zustand der Kugel un
sucht. Bei Regenwetter bringt er über dieser Röhre einen kle
Schirm aus Eisenblech an, welcher dazu dient, jene trocken zu
halten [18]). Dieser Vorrichtung, deren sich auch Hemmer
Erfolg bediente [19]), ähnlich, ist das Verfahren von Coulomb.
befestigte eine kleine Metallkugel an das Ende eines Siegellack
chens, welches sie zu isoliren diente, und brachte dasselbe
Ende einer hölzernen Stange von 5 bis 6 Fuß Länge an.
nun den electrischen Zustand zu prüfen, hielt er die Stang
der Luft in die Höhe und berührte die kleine Kugel auf
Augenblick mit einem Metallstab oder auch blos mit einem
fachen Metalldraht, den er in der Hand hielt. Nach beendi
Berührung senkte er die kleine Kugel und prüfte ihre Ele
cität [20]).

Viele Beobachter haben den Leiter, welcher zum Ein
meln der Electricität dient, an dem Electrometer selbst bef
So bewaffnete Saussure den obern Punkt seines Electrom
mit einer Spitze; meistens ließ er den etwa 2′ langen Draht
mehreren Stücken zusammensetzen, so daß er ihn in ein Futt
stecken und bequem in der Tasche tragen konnte. Gegen den
gen wurde dieses Electrometer durch einen am Glase angebrac
Schirm geschützt [21]). Beobachtet man im Freien, so findet
mit dieser Vorrichtung fast stets Spuren von Electricität.
vortheilhafter aber ist es, auf der Spitze eine Flamme, etwa
kleine Weingeistlampe, ein Ende Schwefelfaden oder, was
einfachsten ist, ein Stück brennenden Schwamm zu befestig
Nach den Erfahrungen von Volta, welcher diese Einricht

---

18) Cavallo Electr. I, 343.

19) Ephem. Soc. Mét. 1783. p. 23.

20) Biot Physik von Fechner II, 290.

21) Saussure IV, 232. §. 791.

pfahl, erhält man damit in vielen Fällen Electricität, wo keine
ere Vorrichtung solche zu erkennen giebt [22]). Dieser Vorrich-
g hat sich Schübler bei seinen vielen Untersuchungen über
telectricität fast stets bedient, ein 3' langer, unten spiralförmig
vundener, oben mit einer Flamme versehener Draht, wurde
n Electrometer oder der sogleich zu erwähnenden Flasche ge-
ert und auf ihren obern Theil gesetzt [23]).

Bei der zuletzt genannten Vorrichtung werden die Angaben
Electrometers deshalb so bedeutend, weil der aufsteigende
tstrom an der Spitze eine größere Zahl von Lufttheilchen vor-
führt, welche hier ihre Electricität abgeben. Man könnte aller-
gs den Einwurf machen, als ob durch die Flamme selbst Electrici-
it entwickelt würde; jedoch haben Volta und Schübler hier-
bereits genügend geantwortet. Ein einfacher Versuch zeigt
Unrichtigkeit der Ansicht, als ob hiedurch die Electricität so
eutend verstärkt würde. Man erhält nämlich durch das
rohhalm-Electrometer mit einfachem Condensator nie Zeichen
Electricität, wenn man auf dieselbe Art in einem geschlosse-
Zimmer Zunder oder Schwefel auf der Spitze des Leiters des
ctrometers abbrennt, während sich diese sogleich zeigen, wenn
n den Versuch in der freien Luft anstellt. Ist nun freilich durch
Versuche von Pouillet erwiesen, daß bei einer jeden Ver-
nnung Electricität entwickelt würde, so zeigen doch auf der
ern Seite eben diese Erfahrungen, daß die auf diese Art ent-
kelte Electricität viel zu klein sey, als daß sie bei vorliegenden
obachtungen eine große Störung hervorbringen könnten. Da
n Verbrennen von Kohle mancherlei Vorsichtsmaaßregeln nöthig
, wenn bestimmte Zeichen von Electricität wahrgenommen
den sollen, so können diese eben so wenig eine bedeutende Ver-
kung der Electricität bewirken, als eine Flamme von Wasser-
gas thun würde [24]).

Die unmittelbaren Angaben dieser verschiedenen Leiter in
reff der Art der atmosphärischen Electricität stimmen nicht

) Volta Opere I, II, 87. Meteor. Beob. S. 79.

) Schübler Meteorologie S. 82.

) Poggendorff's Ann. XI, 419—430.

renden Glasstäben getragen, entweder im Freien in der Nähe
Bodens standen, oder über die Spitze der Gebäude hervorrag
Zuweilen wurden auch die Blitzableiter so vorgerichtet, daß
diese Untersuchungen an ihnen vornehmen ließen. Statt näm
eine stetige Verbindung der Stücke des Leiters von der Spitze
Gebäudes bis in den Boden herzustellen, ließ sich ein Stab
der Mitte nach Belieben entfernen und dadurch der obere T
isoliren, so daß man sein electrisches Verhalten prüfen kon
bei großer Gefahr, wenn ein Gewitter im Zenith stand, w
dieses entfernte Stück wieder in den Blitzableiter gesetzt. D
Klasse von Apparaten eignet sich zwar sehr gut zu Untersuchun
von starker Electricität, taugt aber wenig zu feineren Beob
tungen, da Regen und Staub den Glasstäben bald ihre Ei
schaft nehmen, kleine Electricitätsmengen zu isoliren [13]).

Bei weitem zweckmäßiger ist der electrische Drache, wie
Franklin zuerst anwandte, aber auch er ist im Ganzen u
quem. Cavallo, welcher mit dieser Vorrichtung eine g
Menge von Versuchen anstellte, ist der Meinung, daß die
wöhnlichen kleinen Drachen, wie sie die Kinder verfertigen,
bequemsten hiezu seyen; um indessen das Papier vor dem R
zu schützen, wird es mit Leinölfirniß getränkt. In das vor
Ende des Holzes steckte er anfänglich einen Draht, glaubt a
daß hiedurch wenig gewonnen werde. Eben so wenig schien
Belegung des in der Mitte befindlichen Stabes mit Stanniol
bedeutende Verstärkung hervorzubringen. Um die Schnur in e
bessern Leiter zu verwandeln, flocht er zwei dünne Bindfäden
einem dritten mit Lahn überzogenen Faden zusammen; wen
zweckmäßig war es, gewöhnliche Bindfäden mit Pulvern von
tenden Körpern, als Lampenruß, Kohlenstaub u. s. w., zu ü
ziehen [14]).

Giebt freilich der electrische Drache in vielen Fällen noch
chen von Electricität, wo wir keine Spur derselben an isoli
Stangen wahrnehmen, so ist seine Manipulation doch umständl
in vielen Fällen steigt er nicht, und bei starker Electricität kann

---

13) Saussure Reisen III, 251. §. 799.

14) Cavallo Electricitätslehre I, 320. Pfaff in Gehler's W
terb. II, 583.

n Beobachter gefährlich werden. Will man die Electricität sehr
er Luftschichten bei mäßigem Winde untersuchen, so ist der
ache dazu noch immer das einfachste und wohlfeilste Mittel;
m aber ist es bequemer ein System von Drachen mit einander
verbinden, wie dieses Wilson noch vor Franklins Versuche
t, als er beabsichtigte die Temperatur in den obern Regionen
Atmosphäre zu bestimmen. Mehrere Drachen von verschiede-
Größe wurden einzeln zubereitet; man ließ zuerst den kleinsten
hoch steigen, als er wollte; das unterste Ende seiner Schnur
rde an einen zweiten etwas größern gebunden, welcher aufs
ue stieg, und auf diese Art ließ man sich eine Reihe von Dra-
n erheben. Die Höhe, welche der oberste erreichte, war sehr
eutend, indem er im Sommer nicht selten zwischen den weißen
ten Wolken verschwand. Diese im Jahre 1749 gemachten
suche wurden meistens bei heiterm Wetter angestellt, und die
nüre waren gewöhnlich trocken, so daß Wilson keine Spur
Electricität wahrnahm [15]). — Häufig sind Aerostaten zu
er Untersuchung empfohlen worden, wie namentlich Lichten-
rg [16]) that, aber nur selten sind sie dazu benutzt worden, so
e denn überhaupt die Spielmonate in der Benutzung der Luft-
lle, von denen Lichtenberg glaubte, daß sie bald vorüber
n würden [17]), wirklich noch nicht vorüber sind. Jedoch schei-
die Aerostaten so lange wenig brauchbar zu seyn, als es nicht
ngen ist, Bälle zu verfertigen, welche leicht sind und dabei
Wasserstoffgas fest zurückhalten.

So viele Versuche Cavallo auch mit dem electrischen Dra-
anstellte, so hielt er ihn doch für unbequem, und er gab
halb eine Vorrichtung, vermittelst deren sich die Electricität
dem Fenster eines Zimmers beobachten ließ. An dem vor-
n Ende einer mehrere Fuß langen Stange von Holz wird ein
Siegellack überzogenes Glasstäbchen befestigt, an dessen Ende
eine Korkkugel befindet. In letztere ist eine Nadel gesteckt, die
einem Bindfaden befestigt ist, dessen zweites Ende der Beobach-

---

[15]) In der Biographie von Alex. Wilson im Edinb. Journ. of Sc. X, 6.

[16]) Lichtenberg vermischte Schriften IX, 341.

[17]) Das. S. 329.

ter in der Hand hält. Soll die Electricität der Atmosphäre untersucht werden, so wird der Stab zum Fenster des obern Stocks eines Hauses hinaus und das andere Ende mit der Kugel so hoch gehalten, daß er mit dem Horizonte einen Winkel von etwa 50° bis 60° bildet. Hat das Instrument einige Zeit diese Lage gehabt, so wird die Stecknadel vermittelst des Bindfadens aus der vordern Kugel gezogen und der electrische Zustand der Kugel untersucht. Bei Regenwetter bringt er über dieser Röhre einen kleinen Schirm aus Eisenblech an, welcher dazu dient, jene trocken zu erhalten [18]). Dieser Vorrichtung, deren sich auch Hemmer mit Erfolg bediente [19]), ähnlich, ist das Verfahren von Coulomb. Er befestigte eine kleine Metallkugel an das Ende eines Siegellackstäbchens, welches sie zu isoliren diente, und brachte dasselbe am Ende einer hölzernen Stange von 3 bis 6 Fuß Länge an. Um nun den electrischen Zustand zu prüfen, hielt er die Stange in der Luft in die Höhe und berührte die kleine Kugel auf einen Augenblick mit einem Metallstab oder auch blos mit einem einfachen Metalldraht, den er in der Hand hielt. Nach beendigter Berührung senkte er die kleine Kugel und prüfte ihre Electricität [20]).

Viele Beobachter haben den Leiter, welcher zum Einsammeln der Electricität dient, an dem Electrometer selbst befestigt. So bewaffnete Saussure den obern Punkt seines Electrometers mit einer Spitze; meistens ließ er den etwa 2′ langen Draht aus mehreren Stücken zusammensetzen, so daß er ihn in ein Futteral stecken und bequem in der Tasche tragen konnte. Gegen den Regen wurde dieses Electrometer durch einen am Glase angebrachten Schirm geschützt [21]). Beobachtet man im Freien, so findet man mit dieser Vorrichtung fast stets Spuren von Electricität. Noch vortheilhafter aber ist es, auf der Spitze eine Flamme, etwa eine kleine Weingeistlampe, ein Ende Schwefelfaden oder, was am einfachsten ist, ein Stück brennenden Schwamm zu befestigen. Nach den Erfahrungen von Volta, welcher diese Einrichtung

18) Cavallo Electr. I, 343.

19) Ephem. Soc. Mét. 1783. p. 23.

20) Biot Physik von Fechner II, 290.

21) Saussure IV, 232. §. 791.

fahl, erhält man damit in vielen Fällen Electricität, wo keine
ere Vorrichtung solche zu erkennen giebt [22]). Dieser Vorrich-
g hat sich Schübler bei seinen vielen Untersuchungen über
electricität fast stets bedient, ein 3′ langer, unten spiralförmig
undener, oben mit einer Flamme versehener Draht, wurde
i Electrometer oder der sogleich zu erwähnenden Flasche ge-
ert und auf ihren obern Theil gesetzt [23]).

Bei der zuletzt genannten Vorrichtung werden die Angaben
Electrometers deshalb so bedeutend, weil der aufsteigende
tstrom an der Spitze eine größere Zahl von Lufttheilchen vor-
ührt, welche hier ihre Electricität abgeben. Man könnte aller-
gs den Einwurf machen, als ob durch die Flamme selbst Electri-
t entwickelt würde; jedoch haben Volta und Schübler hier-
bereits genügend geantwortet. Ein einfacher Versuch zeigt
Unrichtigkeit der Ansicht, als ob hiedurch die Electricität so
eutend verstärkt würde. Man erhält nämlich durch das
rohhalm-Electrometer mit einfachem Cobensator nie Zeichen
i Electricität, wenn man auf dieselbe Art in einem geschlosse-
i Zimmer Zunder oder Schwefel auf der Spitze des Leiters des
ectrometers abbrennt, während sich diese sogleich zeigen, wenn
in den Versuch in der freien Luft anstellt. Ist nun freilich durch
Versuche von Pouillet erwiesen, daß bei einer jeden Ver-
nnung Electricität entwickelt würde, so zeigen doch auf der
dern Seite eben diese Erfahrungen, daß die auf diese Art ent-
kelte Electricität viel zu klein sey, als daß sie bei vorliegenden
obachtungen eine große Störung hervorbringen könnten. Da
n Verbrennen von Kohle mancherlei Vorsichtsmaaßregeln nöthig
), wenn bestimmte Zeichen von Electricität wahrgenommen
den sollen, so können diese eben so wenig eine bedeutende Ver-
kung der Electricität bewirken, als eine Flamme von Wasser-
gas thun würde [24]).

Die unmittelbaren Angaben dieser verschiedenen Leiter in
reff der Art der atmosphärischen Electricität stimmen nicht

) Volta Opere I, II,87. Meteor. Beob. S. 79.

) Schübler Meteorologie S. 82.

) Poggendorff's Ann. XI, 419—430.

ganz überein. Wir werden sogleich nachher sehen, daß
cität der Atmosphäre meistens positiv ist und zwar desto
höher wir steigen. Wird nun ein isolirter Leiter vertica
so wird er durch Vertheilung electrisirt, sein oberes E
— E, sein unteres + E. Wird die Electricität des
des geprüft, wie beim Drachen, den aufgerichteten
den Spitzen von Saussure und Volta, so erhalte
+ E, deren Grad desto stärker ist, je leichter — E
obern Ende ausströmen konnte. In diesem Falle müss
die Angaben des Electrometers beibehalten, um den Z
Atmosphäre anzugeben. Bei den Vorrichtungen von
und Coulomb aber wird die positive Electricität des un
in den Boden geleitet, die Kugel behält — E, alle An
Instrumentes müssen also umgekehrt werden.

Um die Stärke der Electricität zu messen, wende
gewöhnlichen Electrometer an. Für kleine Grade ist d
sator und ein Electroscop, wie es Behrends und Bo
ger mit Zamboni'schen Säulen construirten, vortheil
man dadurch zugleich die Art der Electricität kennen le
höhere Grade der Electricität bedient man sich des Goldb
meters oder einer empfindlichen Coulomb'schen Drehw
jedoch eignen sich nur vorzugsweise zu solchen Beob
welche der Meteorolog in seiner Wohnung anstellt.
wage erfordert einen festen Stand, den man auf Reisen
mer findet, und bei dem Goldblattelectrometer kleben die
häufig zusammen. Zum Transporte am bequemsten i
Volta zu diesen Untersuchungen empfohlne Strohh
meter, zu dessen beiden Pendeln sich nach Schübler d
neten Halme der kleinen Arten von Poa und Agrostis
eignen [25]). Stücke von etwa 2 Zoll Länge und möglich
Gewichte werden oben mit kleinen Ringen von möglich
Drahte versehen, und diese Ringe hängen in andern,
einer Pincette gehalten werden, die aus einem der Lä
durchschnittenen und unten halbkugelförmig abgerundete
der besteht, deren Backen durch einen Ring zusamme

25) Schübler Meteor. S. 80.

erden [26]). Dieser Cylinder ist in dem Halse einer viereckigen
lasflasche befestigt; der Boden von dieser wird abgesprengt und
für eine metallene oder hölzerne mit Stanniol überzogenen Platte
gebracht; Blätter Stanniol oder Silberpapier, welche im Innern
f die schmälern Seitenflächen der Flasche geklebt sind und mit
r Bodenplatte in Verbindung stehen, dienen dazu, die Electri-
ät abzuleiten, welche den Wänden mitgetheilt seyn könnte.
urch eine auswärts an der Flasche angebrachte Theilung kann
an die Divergenz der beiden Pendel und die Stärke der Electri-
ät messen. Volta nahm die Größe eines Grades zu ½ pariser
ie, und hierin ist auch Schübler gefolgt; es hängt aber diese
röße ganz von der Willkür des Beobachters ab, da eine sehr
itläuftige Rechnung erforderlich ist, wenn die Angaben zweier
strumente dieser Art ohne unmittelbare Vergleichung auf einan-
r reducirt werden sollen. Hat man ein solches Electrometer mit
m Leiter in Verbindung gesetzt und die Stärke der Electricität
messen, so muß noch ihre Art bestimmt werden, was am leich-
sten durch eine mit Wolle oder Tuch geriebene Stange von Sie-
llack geschieht. Wird die Divergenz der Pendel bei ihrer An-
iherung größer, so hat das Electrometer — E, wird sie kleiner,
hat es + E.

Für stärkere Grade von Electricität wird ein empfindliches
ectrometer unbrauchbar, die feinen Halme lassen dann viel
ectricität ausströmen und ihre Divergenz ändert sich für bedeu-
nde Aenderungen der Stärke nur wenig. Man nimmt dann
weder stärkere Strohhalme oder Pendel von kleinen Holzstäb-
n, welche genau auf dieselbe Art aufgehängt werden. Für
 stärkere Grade werden gewöhnliche Quadrantenelectrometer
gewendet.

Hat man sich auf diese Art mehrere Electrometer von un-
icher Empfindlichkeit verfertigt, und will man dann eine Reihe
Versuchen über die Stärke der atmosphärischen Electricität
tellen, so müssen die Angaben dieser Instrumente mit einander

---

6) Treffliche Electrometer, welche ich bei dem verstorbenen Geheimrath Sömmering in Frankfurt am Mayn sah, waren auf diese Art eingerichtet. Der Mechanicus Albert daselbst verfertigt sehr gute Apparate dieser Art.

verglichen werden. Das einfachste, bereits von Volta
pfohlene Verfahren besteht darin, die Cylinder, an dene
Pendel hängen, von zwei oder mehreren Electrometern
Drähte zu verbinden, ihnen eine beliebige Menge von Elect
mitzutheilen und die gleichzeitigen Angaben der Instrumen
vergleichen. Wird diese Arbeit für verschiedene Grade der E
cität wiederholt, so kann man sich darnach eine Tafel entw
welche dazu dient, die Angaben des am wenigsten empfind
Electrometers auf die des empfindlichsten zu reduciren. Da
bei dieser ganzen Klasse von Instrumenten gleiche Aenderunge
Electricität nicht gleichen Aenderungen in der Divergenz der
del entsprechen, so scheint es mir am zweckmäßigsten, als
der ganzen Untersuchung eine Drehwage anzunehmen,
zuerst mit dem empfindlichsten Electrometer verbunden und mi
sem auf dieselbe Art verglichen wird. Es scheint mir dieses
mehr zu empfehlen, da die Drehwage nach den Untersuchu
von Coulomb auch entfernte Beobachter in den Stand setzt
Angaben ihrer Instrumente auf einander zu reduciren [27]).

Mit großem Nutzen kann man nach Volta, Cavallo
Schübler bei diesen Untersuchungen ein einfaches kleines el
sches Fläschchen aus dünnem Glase von etwa 10 bis 12 Qua
zoll innerer Belegung anwenden, dessen Leiter aus einem
über dem Fläschchen hervorragenden Metallstift besteht, auf
chem durch eine isolirte Handhabe der oben erwähnte Metalld
mit der spiralförmigen Windung gesetzt und nach Ladung
Fläschchens wieder weggenommen werden kann. Diese Vor
tung ist besonders dann zu empfehlen, wenn man nicht
Electrometer an derselben Stelle beobachten kann,
der Versuch angestellt wird; man läßt etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Mi
die Electricität in das Fläschchen strömen, entfernt den Draht
prüft den Zustand der Flasche im Zimmer [28]). Um die Elec
cität in einer solchen Flasche längere Zeit zu erhalten, hat C
vallo in den Hals der wie gewöhnlich belegten Flasche eine
beiden Enden offene Glasröhre gekittet, an deren unterm E
ein kleiner Draht befestigt ist, die mit der untern Belegung

27) Biot Traité II, 344 fg.
28) Schübler Meteorol. S. 82.

rbindung steht. Der Draht mit dem gewöhnlichen Knopfe der
sche ist in eine andere Glasröhre gekittet, die so dünn ist, daß
sich in die erste stecken läßt, aber die doppelte Länge von jener
ten hat. Der mit dem Knopfe in Verbindung stehende Draht
gt aus dieser Röhre hervor und kann leicht mit dem ersten die
iere Belegung berührenden in Verbindung gesetzt werden. Hat
an die Flasche geladen, so wird der Knopf vermittelst der Glas-
öhre herausgezogen und die Flasche behält nun ihre Electricität
r lange. Soll ihr electrischer Zustand geprüft werden, so wird
Knopf hineingesteckt und wie gewöhnlich verfahren [29]).

Stellt man mit irgend einer empfindlichen Vorrichtung Ver-
che an, so findet man in der Atmosphäre fast stets Spuren von
ectricität. Besonders ist dieses bei heiterm Wetter der Fall,
e dieses zuerst le Monnier [30]) und kurz darauf de Romas [31])
bachteten. Einige Zeit darauf wurde die Thatsache auch
n Andern wahrgenommen und durch viele Physiker bestätigt.
ese Electricität ist unwandelbar positiv, sowohl im Sommer
im Winter, Tag und Nacht, in der Sonne und im Thau,
mal wenn keine Wolken am Himmel sind [32]). Selbst wenn
s Wetter trübe war und dabei öfter negative Electricität auf-
t, so giebt sie stets + E zu erkennen, wenn das Wetter sich
heitert [33]).

Die Stärke der Electricität ist an demselben Orte sehr ver-
derlich und selbst bei heiterm Himmel manchen Schwankungen
erworfen. Cavallo glaubte, daß sie am Tage eben so stark
als in der Nacht [34]), aber schon im Jahre 1753 hatte Ma-
s einige Beobachtungen gemacht, welche eine ungleiche Stärke
verschiedenen Tageszeiten zu beweisen schienen [35]). Sauss-

———

) Cavallo Electricitätslehre I, 324.
) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1752. p. 240.
) Mém. prés. II, 406.
) Saussure Reisen III, 262. §. 804. Beccaria Elettricismo artificiale §. 1006. Cavallo Electr. I, 340. Schübler Meteor. S. 83 u. andere.
) Beccaria Elettricismo §. 1049.
) Cavallo Electricitätslehre I, 341 u. 345.
) Phil. Trans. 1753.

sure[36]) und Beccaria[37]) zeigten indessen später, daß die Stärke der Electricität einer regelmäßigen täglichen Oscillation unterworfen sey. Ersterer glaubte, daß im Winter bei heiterm Wetter, wo er das Phänomen am besten bemerken konnte, die Electricität von der Zeit an, wo der Thau zu fallen aufgehört hatte, bis zum Aufgange der Sonne am schwächsten sey, hierauf allmählig wieder zunehme und früher oder spätere, fast immer aber vor Mittag, ein Maximum erlange, nachher aber wieder schwächer werde. Erst dann, wenn der Thau zu fallen beginnt, erhebt sie sich wieder, erreicht hier oft eine Stärke, welche weit größer ist, als die, welche sie am Tage gehabt hatte, und nimmt nun bis tief in die Nacht hinein wieder ab. Im Sommer sind diese Perioden weniger deutlich zu erkennen; nur dann, wenn auf regnerische Tage einige heitere folgen, sind die Perioden im Sommer eben so als im Winter. Diese starke Zunahme der Electricität zur Zeit des Sonnenunterganges bemerkte auch Humboldt in Süd-America beim Beginn der nassen Jahreszeit[38]).

Schübler ist bis jetzt der einzige Beobachter, welcher diese Untersuchungen von Saussure mit hinreichender Umsicht und Ausdauer wiederholt hat. Aus den Erfahrungen, welche er bei heiterm ruhigen Wetter in den Thälern des südlichen Deutschland sammelte, ergaben sich folgende Resultate: Bei Sonnenaufgang ist die atmosphärische Electricität schwach; sie fängt langsam zu steigen an, wenn sich die Sonne mehr über dem Horizonte erhebt; während sich gewöhnlich gleichzeitig die in den tiefern Luftschichten schwebenden Dünste vermehren. Gewöhnlich steigt die Electricität unter diesen Umständen einige Stunden, an den längern Sommertagen bis gegen 6 oder 7 Uhr, im Frühling und Herbst oft bis gegen 8 und 9 Uhr, im Winter bis gegen 10 und 11 Uhr. Nach und nach erreicht sie ihr Maximum; gleichzeitig sind die untern Luftschichten oft sehr dunstig, die Luft nimmt an Feuchtigkeit zu und die Temperatur des Thaupunktes liegt höher als beim Sonnenaufgang, in der kältern Jahreszeit tritt oft wirklicher

36) Saussure Reisen III, 255. §. 802 fg.

37) Beccaria del periodo giornaliero dell' elettricità di cielo sereno im Elettricismo §. 1078 fg.

38) Humboldt Voyage V, 108. VI, 179.

ebel ein. Gewöhnlich bleibt die Electricität nur kurze Zeit auf
sem Maximum stehen, sie vermindert sich wieder, anfangs
neller, dann aber langsam, gewöhnlich schneller als sie zuvor
g; gleichzeitig vermindern sich die dem Auge sichtbaren Dünste
den untern Luftschichten; hatten sich Nebel gebildet, so ver-
hen sich diese; die Atmosphäre wird heiterer; auch entfernte
genstände werden dem Auge sichtbar. Gegen 2 Uhr Nach-
ttags ist die atmosphärische Electricität gewöhnlich schon sehr
wach, oft nur wenig stärker, als in der Frühe kurz nach Son-
aufgang; sie vermindert sich nun noch langsamer, bis einige
unden vor Sonnenuntergang, im Sommer bis gegen 4 — 5
) 6 Uhr, im Winter bis gegen 3 Uhr; sie bleibt verhältniß-
ßig länger auf ihrem Minimum als Maximum. Sobald sich
Sonne dem Horizonte nähert, fängt sie wieder zu steigen an,
Untergang der Sonne nimmt sie gewöhnlich sehr merklich zu,
gt nun mit Eintritt der Abenddämmerung immer mehr, und
t nun gewöhnlich 1½ bis 2 Stunden nach Sonnenuntergang
ihrem zweiten Maximum; gleichzeitig bilden sich aufs Neue
nste in den untern Schichten der Atmosphäre, über Thälern;
züglich über Städten bilden sich oft große Dunstwolken; die
uchtigkeit der Luft nimmt schnell zu; es fällt der Abendthau,
bei in Thälern oft eine sehr bemerkbare Abkühlung eintritt.
wöhnlich ist die Electricität während ihres zweiten Maximums
der nahe hin so stark, wie einige Stunden nach Sonnenauf-
g; auch auf diesem zweiten Maximum bleibt sie nur kurze Zeit
en, sie wird bald wiederum schwächer, und vermindert sich
Nacht hindurch langsam bis gegen Sonnenaufgang, wo sie mit
gesanbruch dieselbe oben erwähnte Periode beginnt [39]).

) Schübler Meteorologie S. 84. Die ausführlichen Untersuchungen in Schweigger's Jahrb. III, 123. VIII, 21. XI, 337. XIX, 1. Es würde interessant seyn, auszumitteln, ob die Zeit dieser Maxima und Minima genau mit den Phasen des Barometerstandes und der Declination der Magnetnadel übereinkäme, wie sie mit denen des Feuchtigkeitszustandes übereinzukommen scheint. Fechner zu Biot's Experimentalphysik II, 295. Um diesen Punkt auszumitteln, müssen nach meiner Ansicht die Beobachtungen mehrerer Jahre hindurch stündlich und bei jedem Zustande der Witterung angestellt werden. Das Mittel aller Messungen zu den einzelnen Stunden muß dann auf eine

Schon Schübler hat auf die Feuchtigkeitsverhä
ihren Zusammenhang mit der obigen Periode aufme
macht, es scheint mir außerdem Beachtung zu verdienen
Periode mit dem Gange der Cumuli an heitern Tagen
Beziehung steht. Um die Zeit, wo diese am Morge
werden, hat die Electricität ihr Maximum erreicht,
schwächsten, wenn diese in größter Menge vorhanden
steigt aufs Neue, wenn die Cumuli am Abend sich auflö
die Dämpfe hiebei eine bedeutende Rolle spielen, geht
einer andern Erfahrung Schübler's hervor: bei tr
haft wehenden Ostwinden sind nämlich die täglichen Pe
atmosphärischen Electricität weit schwächer und Abends
zu bemerken, wenn auch die Witterung völlig heiter ist.
verdienen jedoch diese Umstände in verschiedener Höhe
Oberfläche des Meeres eine nähere Untersuchung, da
mancherlei Modificationen der allgemeinen Gesetze Stat
scheinen. Wenigstens bemerkt Lambert, auf den
von Chili sey die Electricität bei den trocknen Ostwinden
ker als bei den feuchten Westwinden [40]), vielleicht daß
nem Wetter eine größere Menge von Electricität in der
gehäuft ist.

Diese Electricität bei heiterm Wetter zeigt eine
Abhängigkeit von den Jahreszeiten. Schon Cavallo
sure, Volta und andere Beobachter [40a]) machten d
merksam, und diese Thatsache ist in der Folge von
bestätigt worden. Durch zweijährige Beobachtungen
gende mittlere Stärke der positiven Electricität in Gra
Electrometers [41]).

ähnliche Art bearbeitet werden, als dieses oben bei Best
Barometerveränderungen geschah. Bei Aufsuchung der mit
der Electricität zu einzelnen Tagesstunden müßte die algebr
me der Messungen genommen werden. Gewitter, bei denen
cität sehr stark und in Beziehung auf Art und Intensität vie
kungen unterworfen ist, könnten ganz ausgeschlossen werde

40) Ann. de Chimie XLII, 404.

40a) Cavllo Electr. I, 340. Saussure Reisen III, 2
Volta Opere I, II, 140. Meteor. Briefe S. 132.

41) Schübler Meteorol. S. 85.

nat	Minim. am Morgen	Maxim. am Morgen	Minim. am Abend	Maxim. am Abend	Mittlere Stärke in diesen Monaten		Unterschied
					Beob.	Berechn.	
1.	14°,7	33°,0	19°,1	51°,8	24°,4	20°,8	—3°,6
r.	7,6	25,5	16,3	24,5	18,5	18,3	—0,2
rz	5,3	13,0	6,4	14,0	9,7	12,5	+2,8
il	4,0	14,7	4,7	7,6	7,8	7,4	—0,4
i	4,1	13,0	4,3	10,3	7,9	6,3	—1,6
n.	4,6	12,8	3,9	12,0	8,3	8,3	0
lius	4,8	13,5	4,5	14,4	9,5	10,8	+1,3
gust	5,8	15,9	5,4	16,1	10,8	11,1	+0,3
pt.	5,5	15,4	5,0	15,6	10,4	10,0	—0,4
br.	7,2	15,3	6,3	19,7	12,3	10,3	—2,0
br.	5,5	14,4	8,2	17,4	11,8	13,6	+1,8
br.	12,4	18,8	12,8	20,7	16,3	18,5	+2,2
r	6,9	16,9	8,1	17,0	12,3		

Lassen gleich diese Größen noch Manches zu wünschen übrig, setzen sie uns doch in den Stand das Gesetz zu erkennen, wel- n dieses Phänomen folgt. Die mittlern Grade der Electrici- lassen sich annähernd durch die Gleichung

$$(+E)_n = 12°,31 + 5°,22 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\, 30° + 106°\, 0'\}$$
$$+ 3°,55 \sin\{(n+\tfrac{1}{2})\, 60° + 78°\, 2'\}$$

drücken, und dadurch erhalten wir die berechneten in obiger fel mitgetheilten Größen. Darnach ist die positive Electricität untern Schichten am schwächsten in der ersten Hälfte des Mai, am stärksten gegen die Mitte des Januar. Diese Zeitpunkte men sehr nahe mit denen überein, welche wir früher für die reme im Gange der relativen Feuchtigkeit im Laufe des Jahres nden haben [42]). Zur Zeit nämlich wo die Luft am trocken- ist, erreicht die positive Electricität der untern Schichten ihr imum und umgekehrt. Schon **Schübler** machte auf diese ation aufmerksam.

Die Stärke dieser +E wird desto größer, je weiter wir von der Oberfläche des Bodens entfernen. Schon **Romas** ähnt dieses Gesetz, indem die Spannung des Electrometers bedeutender wurde, je höher sein Drache stieg [43]). Schon

---

) Bd. I. S. 337. Damit stimmen auch die Größen für die mittlere Stärke der Electricität überhaupt überein. **Schweigger's** Jahrb. VIII, 22.

) Mém. prés. II, 406.

kleine Höhen sind hinreichend, um die Richtigkeit des Gesagten wahrzunehmen, wie Cavallo [44]), Saussure [45]), Schübler [46]) und Andere nachgewiesen haben. Bei einem freistehenden Thurme zeigte das Electrometer in einer Höhe von 30' eine Divergenz von 15°, diese stieg auf der höchsten Spitze des Thurmes, 180' über dem Boden, bis zu 64°. Dasselbe fand er auf einer Reise durch die Alpen bestätigt. Die Zunahme der Electricität mit der Höhe war hier um so bedeutender, je weiter er sich von ableitenden Umgebungen, Wäldern, Wohnungen u. s. w. befand; am stärksten fand er sie auf einzelnen isolirten, schroffen Felsenspitzen. Und genau dieselbe Erfahrung machte Lambert auf den Cordilleren von Chili [47]).

Völlig ähnliche Resultate erhielten auch Biot und Gay-Lussac auf ihrer aerostatischen Reise [48]). Je höher sie stiegen, desto mehr nahm die Divergenz des Electrometers zu; dabei aber bemerkten sie ein Phänomen, welches auf den ersten Anblick dem bisher über die Art der Electricität Gesagten zu widersprechen scheint. Als Leiter befestigten sie an ihrer Gondel einen Draht von etwa 150 Fuß Länge, welcher durch das Gewicht einer daran hängenden Metallkugel gespannt wurde. An dem obern Ende geprüft, zeigte dieser Draht stets — E, während andere Beobachter bei einem ähnlichen Zustande der Witterung stets + E gefunden haben. Nehmen wir jedoch an, daß die + E desto stärker wird, je weiter wir uns von dem Boden entfernen, so wirken auf den Draht, der schon in einiger Entfernung von der Erde schwebt, die — E der untern Regionen, welche am obern Ende + E hervorruft, und die + E der noch höhern Schichten, welche an eben diesem Ende — E hervorruft; aber die stärkere Electricität der obern Regionen hat bei dieser Vertheilung das Uebergewicht, und so tritt am obern Ende um so leichter — E frei auf, da wahrscheinlich durch das untere Ende des Drahtes ein Theil der Electricität ausströmt.

---

44) Cavallo Electricitätslehre I, 345.
45) Saussure Reisen IV, 367. §. 1127. vergl. §. 800.
46) Schweigger's Jahrb. IX, 348.
47) Ann. de Chimie XLII, 404.
48) Gilbert's Ann. XX, 1. Biot Traité de phys. II, 455. Biot Experimentalphysik von Fechner II, 290.

Aus dieser Zunahme der Electricität mit der Entfernung vom
oden leitet Biot [49]) ein Phänomen her, welches von Erman
obachtet wurde [50]). Ein sehr empfindliches Goldblattelectro-
eter wird bei heiterm Wetter in einer gewissen Höhe der Atmo-
häre aufgestellt. Es giebt hier kein merkbares Zeichen von
lectricität. Man bringt nun in eine höhere Luftschicht, die blos
nige Fuß über dem Electroscop liegen kann, einen Metalldraht,
r an einem Isolator befestigt, einige Zeit horizontal gehalten
ird, und senkt ihn rasch auf das Electrometer, bis zur Berüh-
ng herab. Sogleich divergiren die Blättchen mit + E. Hält
an dagegen den Stab horizontal in eine Luftschicht, welche einige
uß unter dem Electrometer liegt, und führt ihn nach einiger
it schnell gegen das Electrometer, so divergiren die Blättchen
it — E.

Der Leiter nimmt hier stets die Electricität derjenigen Schicht
, in welcher er sich befindet; wird er aus dieser so schnell ent-
rnt, daß seine Electricität sich nicht zerstreuen kann, so muß er
n Electroscop denjenigen Zustand mittheilen, in welchem er sich
findet. Es bezeichne allgemein + E die Menge freier positiver
lectricität, die der Schicht eigenthümlich ist, in welcher sich das
lectrometer befindet, so bleiben nach Herstellung des Gleichge-
ichtes die Blättchen indifferent hängen, wenn ihnen ein Körper
nähert wird, der nur + E hat. In einer etwas höhern
chicht ist die Electricität stärker; es sey δE der Zuwachs, so er-
lt der Stab hier + E + δE; wird er dann dem Electroscop
nähert, so divergirt dieses mit + δE. In der untern Schicht
findet sich nur + E — δE; wird der Stab schnell zum Electro-
ter geführt, so giebt jener an dieses so viel Electricität, bis
s Gleichgewicht zwischen beiden hergestellt ist, und die Blätt-
n divergiren mit — δE, zeigen also negative Electricität.

Die Quelle dieser atmosphärischen Electricität suchten ältere
hysiker in der Reibung der Lufttheilchen an einander, da Rei-
ng das einzige ihnen bekannte Mittel war, Electricität zu ent-
ckeln. In neuern Zeiten hat man dieses Mittel für ganz un-
rksam gehalten, indem man als Grund anführt, daß windiges

49) Biot Traité II, 456.

50) Gilbert's Annalen XV, 385.

Wetter nicht immer mit starker Electricität verbunden sey
es gleich weit mächtigere Quellen von Electricität giebt,
ich doch, daß wir jenes Mittel nicht als ganz unwirksam
dürfen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß ein Luftstr
eine Glasscheibe geblasen, eine mehr oder weniger lebhaf
nung erzeugt, wie dieses durch die Versuche von Wilso
sen ist. Diese durch Reibung entwickelte Electricität w
Analogie nach dann bedeutender, wenn Luftschichten von
Temperatur mit einander gemengt werden. Schon a
bekannten Versuche über Contactelectricität machen e
scheinlich, daß ruhige Schichten von ungleicher Temp
einen solchen Gegensatz treten, daß die wärmere Schi
die kältere + E erhält. Die neuern Versuche über di
rung der Metalle, die von Bergmann, Coulomb, H
Becquerel und Andern über Reibung und Druck h
Körper von ungleicher Temperatur, haben dieses Gesetz
der Art der entwickelten Electricität bewiesen. Sehen
das Gesetz bei allen übrigen Naturkörpern, warum woll
denn nicht auf Gase anwenden? Thun wir dieses, so we
nach die obern und kältern Schichten der Atmosphäre +
untere — E erhalten.

Weit wirksamer aber sind die chemischen Prozess
beständig auf der Erde vor sich gehen, und unter diesen
nächst die Verdampfung eine bedeutende Rolle. Schon
nem Versuche mit dem electrischen Drachen vermuthete
lin, die Luftelectricität möge vorzüglich hiedurch entwi
den [52]). Späterhin stellten Saussure [53]) und Volta
über eigene Versuche an. Wurde ein isolirtes und
Electrometer verbundenes Gefäß stark erhitzt, so zeigte
gleich Spuren von Electricität, wenn in selbiges einige
Wasser geschüttet wurden. Dabei hatte das Gefäß ste
die in die Höhe gestiegenen Dämpfe mußten also + E m
die Höhe nehmen. Diese Untersuchungen, aus denen
gerte, daß bei einer jeden Aenderung des Aggregatz

52) Franklin's Werke I, 67.

53) Saussure Reisen III, 263. §. 805.

54) Volta Opere I, I, 270.

ochte diese nun mit einer chemischen Aenderung der Bestandtheile
rbunden seyn oder nicht, auch Electricität gebunden oder ent-
unden wurde, sind in neuern Zeiten von Pouillet wiederholt
orden [55]). Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Ver-
ampfung an sich nicht im Stande ist, Electricität zu entwickeln,
ndern daß dieses nur dann geschieht, wenn die Dämpfe sich aus
uflösungen von Substanzen, zu denen sie chemische Verwandt-
haft haben, oder aus Gefäßen entwickeln, auf welche sie chemisch
nzuwirken vermögen. Nach ihm verdunsteten destillirtes Wasser,
ine krystallisirte Essigsäure, sehr reine und höchst concentrirte
chwefel- und Salpetersäure aus einem rothglühenden reinen
latinatiegel ohne alle Spur von Electricität, diese zeigte sich aber
gleich, wenn eine geringe Menge einer Säure, einer Basis oder
nes Salzes zum Wasser hinzugefügt wurde. Schwache oder
ncentrirte Lösungen von fixen Alkalien, z. B. Strontian, Baryt,
alk u. s. w., behielten dabei + E, während der Wasserdampf
− E hatte. Wurden aber schwache oder concentrirte Lösungen
on Gasen, Säuren und Salzen angewendet, so erhielt der Was-
rdampf + E, die Lösung — E. Wurde in einen eisernen
iegel reines Wasser gegossen, so oxydirte sich das Metall und be-
ielt — E, während der Dampf + E hatte.

Da alles Wasser, welches sich auf der Oberfläche der Erde
findet, eine größere oder geringere Menge von Salz enthält, so muß
rch seine Verdunstung sehr viel Electricität entwickelt werden [56]).
ndem nun die Dämpfe in die Höhe steigen, führen sie + E nach
n obern Schichten und der Boden befindet sich im negativen Zu-
nde. Diese positive Electricität wird desto bedeutender, je
her wir in die Atmosphäre steigen, da in den untern Schichten
n Theil der positiven Luftelectricität von der negativen Boden-
ectricität gebunden wird, was desto weniger der Fall ist, je
her die Punkte liegen, deren Electricität wir untersuchen.

Eine nicht minder einflußreiche Quelle der Electricität liegt in
r Vegetation, wie dieses ebenfalls durch die Arbeiten von Pouil-
t erwiesen ist [57]). Durch directe Versuche über die Verbren-

55) Poggendorff's Ann. XI, 418 u. 442.
56) l. l. S. 456.
57) l. l. 420 fg.

nung hatte er sich überzeugt, daß die Kohlensäure im Mom
ihrer Entstehung + E habe, und er vermuthete daher, daß
auch bei der Vegetation entwickelt werde. Zwölf gläserne,
Erde gefüllte und durch Drähte verbundene Schaalen, deren
ßere Ränder 1 bis 2 Zoll breit mit Lackfirniß überzogen w
und in denen Pflanzen wuchsen, gaben dem damit verbund
Condensator stets — E, ein Beweis, daß die entwickelten
+ E hatten.

Aus den erwähnten Thatsachen folgt, daß alle Umst
dahin wirken, den Boden in einen negativ electrischen Zustan
setzen, während die Atmosphäre + E hat. Da nun die Luf
schlechter Leiter der Electricität ist, so können wir die ganze A
sphäre als eine Leydener Flasche ansehen, von welcher der B
die negative, der obere Theil der Atmosphäre die positive
gung bildet. Wir selbst befinden uns mit dem Electromet
dem Isolator der Flasche: je nachdem dieses der einen oder
andern Belegung näher ist, werden seine Angaben versch
seyn; auch an demselben Orte hängt die Größe der Electri
welche wir messen können, von dem hygrometrischen Zust
der Atmosphäre ab, je trockner die Luft ist, desto schwerer
das Electrometer durch Einwirkung der obern Regionen zur
vergenz gebracht werden, da es eine bekannte Thatsache ist,
durch eine Glastafel die durch Vertheilung hervorgerufene El
cität weit schwächer ist, als bei Anwendung einer eben so
Luftschicht der Fall ist. Jedoch giebt es auch hier wieder ein
wisse Gränze, da sehr feuchte Luft ihre isolirenden Eigensch
verliert.

Wir wollen es nun versuchen, aus dem Gesagten die
tigsten electrischen Erscheinungen abzuleiten. Aber bei Beh
lung dieses Gegenstandes wird noch stets eine große Zahl Du
heiten übrig bleiben, die erst dann gehoben seyn werden,
unsere Kenntnisse der theoretischen Electricitätslehre vollkomm
seyn werden. Es ist uns selbst die Art unbekannt, wie die
tive Electricität der Dämpfe verbunden ist. Befindet sie sic
einem ganz freien Zustande, so daß sie auf der Oberfläche des
mes befindlich mit ihrer ganzen Intensität frei nach außen wi
kann, oder ist sie zum Theil gebunden, eben so wie die Däm
außer der freien Wärme einen Theil latenter besitzen? Wird

eim Niederschlage der Dämpfe die gebundene Electricität eben so
:ei, als die gebundene Wärme?

Wenden wir uns zu den täglichen und jährlichen Perioden
er Electricität, so hängen diese, wie bereits Schübler bemerkt
at, aufs innigste mit dem Gange der relativen Feuchtigkeit zu-
ımmen. Wenn am Morgen die Verdunstung schnell erfolgt, so
eigen Dämpfe in die Höhe, welche das Electrometer zur Diver-
enz bringen, bis endlich der Verdunstungsprozeß aufhört, die
uft relativ trockner wird. Die Electrisirung durch Vertheilung
»ird immer schwieriger, und daher ist zur Zeit der größten Tages-
ärme und Trockenheit, wo die Dämpfe am höchsten stehen, die
lectricität auf ihrem Minimum. Es kehrt die Atmosphäre zur
Sättigung zurück, die Dämpfe sinken tiefer herab, die Luft isolirt
›eniger gut, Vertheilung ist leichter möglich, und die Electricität
rreicht ihr zweites Maximum, zerstreut sich aber während der
lacht, wo die Verdunstung aufhört, nach und nach. — Dieser
Gang hängt vielleicht noch mit dem Gange der Vegetation zusam-
nen. Durch eine große Zahl von Versuchen ist es erwiesen, daß
lie Pflanzen bei starkem Sonnenlichte Oxygen, während der
Nacht Kohlensäure aushauchen. Zur Zeit der größten Tageshelle
wird jener Prozeß am lebhaftesten seyn; denn wenn die Sonne in
der Nähe des Horizontes steht, wird ein Wechsel beider Statt
inden. Sollten nun diese verschiedenen Vorgänge so ganz ohne
Einfluß seyn? Mir scheint dieses nicht wahrscheinlich. Zwar
konnte Pouillet bei seinen Versuchen keinen Einfluß der Tages-
eiten auf die durch Wachsen von Pflanzen erzeugte Electricität
wahrnehmen [58]), aber vergessen wir nicht, daß die hiebei ent-
wickelte Menge von Electricität so klein war, daß sie sich nur mit
Mühe wahrnehmen und noch weit weniger messen ließ.

Auffallend scheint es auf den ersten Anblick, daß die positive
Electricität des heitern Himmels im Sommer schwächer ist, als
m Winter, obgleich der Verdunstungsprozeß lebhafter erfolgt.
Aber dann befindet sich die Luft in einem trockneren Zustande, Wol-
ken und Dünste, die eigentlichen Magazine der Electricität, schwe-
ben dann höher und vermögen es nicht, in dem Electrometer eine
o starke Divergenz durch Vertheilung hervorzurufen. Indem

58) Poggendorff's Annalen XI, 433.

aber in eben dieser Jahreszeit Verdunstung und Vegetation kräf-
ger wirken, muß der Boden mehr — E erhalten und diese m
größerer Stärke auf das Electrometer in der Tiefe wirken, so d
letzteres schwächer mit + E divergirt.

Zeigt sich diese tägliche Periodicität auch in größern Höhe
Wird hier der Unterschied zwischen Maximum und Minimum klei
und verschwindet sie endlich eben so als die täglichen Oscillation
des Barometers? Beweisen die in der Folge mitzutheilenden G
setze über die größere Stärke der Electricität beim Regen im So
mer, daß die Electricität der obern Regionen im Sommer grö
sey, als im Winter? Diese und ähnliche Fragen lassen sich n
durch anhaltende Beobachtungen auf Gebirgen beantworten.

Es ist bereits nach den Erfahrungen von Saussure u
Schübler auf die Stärke der Electricität beim Niederschlage d
Thaues aufmerksam gemacht. Dieses beobachtete schon frü
Beccaria im Jahre 1756 [59]), und in der Folge ist die Th
sache häufig bestätigt worden. Achard folgerte aus seinen Erf
rungen, daß, wenn er am Tage keine atmosphärische Electrici
beobachtete, auch Nachts darauf kein Thau fiel [60]), ja Hu
suchte die ganze Bildung des Thaues aus der Electricität abzu
ten [61]). Wenn indessen der Thau vorzugsweise als Folge d
Wärmestrahlung angesehen werden muß, so müssen wir die hie
zugleich beobachtete Electricität als Wirkung des Niederschla
ansehen. Theils wird bei dem Niederschlage selbst eine Men
Electricität frei, theils isolirt die ganze Atmosphäre, die sich de
Punkte der Sättigung nähert, weniger gut, und das Electrome
divergirt also mehr [62]).

Nicht minder stark ist die Electricität bei Nebeln. Fast a
Beobachter haben hierauf aufmerksam gemacht, und Saussu
sagt, er habe niemals Nebel gesehen, welche nicht von einer se
merkbaren Electricität begleitet gewesen wären [63]). Diese Electri

---

59) Della ellettricità di guazza in seinem Elettricismo §. 1136 ff.
60) Voigt Magazin VII, 55.
61) Hube über Ausdünstung, Cap. 35, 36.
62) Saussure Reisen III, 299. §. 831. de Luc Idées II, 419. §. 83
63) Ebend. S. 254. §. 801. Vgl. Cavallo Electricitätslehre I, 34
Volta Meteor. Briefe. S. 136.

ität ist fast stets positiv und hat in den einzelnen Monaten eine
ngleiche Stärke. Die Beobachtungen von Schübler geben
ir die Stärke der positiven Electricität bei Nebeln in den einzel-
en Monaten folgende Größen [64]):

Januar	34°,1
Februar	32,2
März	21,0
April	15,5
Mai	14,0
Junius	16,0
Julius	14,0
August	25,0
September	20,5
October	18,0
November	18,1
December	32,7
Jahr	22,7

iernach ist also die Stärke der Electricität in der kalten Jahres-
it, wo die Nebel weit niedriger schweben und dichter sind, als im
Sommer, am größten.

So lange der Nebel dauert, zeigt sich die Gegenwart dieser
lectricität und man bemerkt nur Oscillationen in ihrer Stärke.
s ist nämlich die Electricität desto stärker, je dichter der Nebel
ird [64a]). Da nun diese Nebel stets den Boden berühren, da
vischen den Dampfbläschen mit Dämpfen gesättigte Luft vorhan-
n ist, so bleibt die Frage, weshalb diese Electricität sich dem
oden nicht mittheile und in kurzer Zeit verschwinde. Aber zu-
ächst ist so viel gewiß, da bei der stets fortdauernden Verdunstung
n dem warmen Boden [65]) auch in jedem Monate neue + E in
e Höhe steigt, daß also in der Existenz des Nebels selbst die
uelle zur Fortdauer der Electricität liegt. Aber wo befindet sich
ese Electricität? Die Untersuchungen, welche bisher über Ver-
eitung der Electricität angestellt sind, haben bewiesen, daß das

64) Schübler Meteorol. S. 87.
64a) Volta l. l. Read in phil. Trans. LXXXI.
65) S. Bd. I. S. 367.

electrische Fluidum auf der Oberfläche der Körper angehäuft daß im Innern sehr stark electrisirter Leiter keine Spur davon getroffen wird. Müssen wir dasselbe auch bei Nebeln und Wo annehmen? Müssen wir diese Massen von Dampfbläschen einen einzigen Körper ansehen, auf dessen Oberfläche jede n entwickelte Menge von Electricität sogleich angehäuft wird, n dem sie sich gebildet hatte? oder müssen wir den einzelnen Bläsc selbst eigene Mengen von Electricität zuschreiben? So wichtig Fragen auch zur Erklärung einer großen Menge electrischer scheinungen in der Atmosphäre sind, so haben sich doch wenig P siker mit ihrer Beantwortung beschäftigt. Die einzige ausfi liche Untersuchung, welche ich kenne, ist die von Gay-Luss welcher annimmt, die Gewitterwolke sey unsern gewöhnlichen tern ähnlich, und das electrische Fluidum nur auf ihrer Oberf angehäuft [66]). Wäre dieses indessen der Fall, so müßten bei Gewittern die Explosionen sogleich aufhören, wenn der erste gen herabfiel, da hiedurch eine Verbindung zwischen Wolke Boden hergestellt wird; es müßte bei tief schwebenden Nebeln Electricität weit geringer seyn, als wir sie beobachten.

Mir scheint es viel wahrscheinlicher, daß jedes Dampfb chen seine eigene electrische Atmosphäre habe, daß aber die je Bläschen eigenthümliche Menge von Electricität desto bedeuten werde, je weiter wir uns von der Mitte der Wolke oder des bels gegen seine Oberfläche bewegen. Nehmen wir an, im M mente der Entstehung hätte jedes Bläschen seine eigenthüml Electricität, so würde sich diese ganz den Gesetzen der Abstoß zufolge nach der Oberfläche bewegen, wofern die ganze W aus einem einzigen gut leitenden Körper bestände. Aber haben es hier mit wenigstens drei Körpern zu thun, welche n einer gewissen Ordnung wechseln und durch welche sich die Elec cität bewegen muß. Von diesen gehört die trockne Luft zu Isolatoren, der elastische und der niedergeschlagene Dampf in Poren der Luft gehören wenigstens nicht zu den besten Leite Nun deuten alle Versuche, welche bisher über die Verbreitu der Imponderabilien angestellt sind, daß diese einen desto grö ren Widerstand bei ihrer Bewegung erleiden, je größer der We

66) Ann. de chimie VIII, 156.

der Körper ist, durch welche sie sich bewegen müssen. Das
it, welches durch eine Reihe von einzelnen Glasplatten geht,
:d weit stärker geschwächt, als wenn wir eine einzige Platte
men, welche so dick ist, als alle obigen Platten zusammen-
ommen. Selbst bei guten Leitern zeigt uns die Electricität
as Aehnliches. Stellt man bei einer Leydener Flasche, die mit
innern und äußern Belegung in Verbindung stehenden Knöpfe
s in denselben Abstand und, ladet sie dann so lange, bis die
losion Statt findet, so muß man nach den Versuchen von
rrot die Electrisirmaschine weit häufiger drehen, wenn beide
ege durch eine Reihe abwechselnder Zink- und Kupferplatten
bunden werden, als wenn man eine gleiche Zahl Kupfer- und
kplatten nimmt [67]). Diese Verschlechterung der Leitung durch
n Wechsel von Körpern wird eben so bestimmt durch die Arbei-
Marianini's bewiesen. Wenn er den beiden Platten eines
achen Electrometers in der Flüssigkeit einen gewissen Abstand
, so war die von ihnen hervorgebrachte Ablenkung der Magnet-
el weit größer, als wenn er in den flüssigen Leiter Metallschei-
hielt, und zwar nahm die Stärke des electrischen Stromes
o mehr ab, je größer die Zahl der zwischengelegten Platten
r [68]). Auch beweisen alle Untersuchungen, welche man über
Stärke der Electricität bei verschiedener Größe der Zahl der
tten oder ihrer Oberfläche bei den nassen und sogenannten trock-
Säulen angestellt hat, die Existenz dieser Verzögerung. Ver-
e, bei denen die Leichtigkeit der Bewegung gleichgültig ist,
die electrische Spannung, gelingen bei derselben Oberfläche
: Elemente besser, wenn wir viele und kleine Platten nehmen;
ber die Schnelligkeit des Stromes ein wesentliches Erforderniß
Gelingen der Versuche, dann sind wenige große Platten, bei
n wenige Abwechselungen der Leiter sind, erforderlich. Des-
zeigen uns die trocknen Säulen fast gar keine chemischen und
romagnetischen Wirkungen, deshalb sind eben diese so schwach
nassen Säulen, welche aus vielen kleinen Platten aufge-
sind.

) Gilbert's Annalen XXI, 213.

) Schweigger's Jahrbuch N. R. XIX, 28.

Findet die Electricität nun schon bei ihrer Bewegung d
gute Leiter so viel Hindernisse, so muß es ihr noch weit sch
werden, sich durch eine Reihe von schlechten Leitern und Iso
ren zu verbreiten. Haben im Momente der Bildung alle B
chen gleichviel Electricität, so bewegt sich die von einem in
Mitte liegenden Theilchen nach dem nächsten Bläschen, dieses
hält schon einen Theil des angekommenen Fluidums zurück,
dieses thun alle folgenden, so daß die Electricität von der M
an gegen die Oberfläche nach einem Gesetze wächst, welches
der Gestalt der Wolke, ihrem Leitungsvermögen und vielleich
der Stärke der ursprünglich entwickelten Electricität [69]) abhä

Wenn demnach eine Nebelmasse den Boden berührt
dauert die Electricität ganze Stunden hindurch fort, nicht
weil in jedem Momente neue Electricität entwickelt wird, so
auch weil sehr viel Zeit erforderlich ist, ehe alle positive Elec
tät durch die schlechten Leiter in den Boden strömen kann.

Schübler, Lampadius [70]) und andere Beobachter h
in den Wolken und Nebeln zuweilen negative Electricität g
den, dieses war aber stets nur dann der Fall, wenn aus
Regen herabfiel. Diese Thatsache scheint mit einer von Tr
gemachten und in der Folge von Volta [71]) und Schübl
bestätigten Erfahrung zusammenzuhängen. In der Nähe
Wasserfällen nämlich zeigt sich stets eine mehr oder weniger
Electricität, und zwar ist dieses nicht blos bei großen Wasser
der Fall, sondern auch bei Bächen, die sich auf Klippen bre
nicht nur bei eigentlichen Wasserfällen, wo das Wasser au
Höhe herabstürzte, sondern auch bei Wasserstrudeln [73]). V
les leitete diese Electricität anfänglich aus einer Reibung der
sertropfen an der Luft her, stimmte aber der Erklärung von V

---

69) Ich füge diesen letztern Umstand deshalb hinzu, da es eine bek
Thatsache ist, daß alle Nichtleiter nur bis zu einer gewissen Stär
Electricität Isolatoren sind.

70) Lampadius Atmosphärologie S. 72.

71) J. G. Tralles Beitrag zur Lehre von der Electricität. Bern
Volta's 7ter Brief an Lichtenberg, Opere I, II, 23
Meteor. Briefe S. 225.

72) Schweigger's Jahrb. XIX, 1.

73) Volta Opere p. 240. Briefe p. 227.

, wonach diese — E von der Verdunstung der Wassertropfen rührte, welche — E behielten, während die Dämpfe sich mit E entfernten. Ganz auf dieselbe Art sollten die Regentropfen dunsten und negativ electrisch werden.

Wenn das Wetter längere Zeit hindurch trübe war und sich schnell aufheitert, so nimmt die Stärke der Electricität sehr ıell zu. Schon Beccaria machte auf diesen Umstand auf- :ksam [74]) und in der Folge ist er von vielen Beobachtern be- igt worden.

Sehr stark ist ferner die Electricität, wenn sich die Wolken ıell gebildet haben und sie sich nicht sogleich zerstreuen kann. hert sich bei windigem Wetter, wo schnelle Condensationen ıtt finden, eine Wolke dem Zenith, so wird die Divergenz ßer und größer, so wie die Wolke näher rückt. Verwandelt diese Wolke in Regen, dann bringt ein jeder Tropfen seine ne electrische Atmosphäre in die Tiefe, und die Spannung, che das Electrometer angiebt, wird in wenigen Minuten sehr :utend.

Alles herabfallende meteorische Wasser ist mehr oder weniger trisch und die mittlere Stärke der Electricität ist dann im Durch- ıitte weit größer. Was aber die Art dieser Electricität betrifft, t diese bald positiv, bald negativ, ja bei demselben Regen sind Art Stärke vielen Schwankungen unterworfen. Aber dieses Phä- en ist so complicirt, die Umstände, unter denen die Regen ge- :t wurden, sind so wenig beachtet, daß es kaum möglich ist, etzt den Gang der Erscheinungen, noch weniger aber die nähern nde anzugeben. Vergleicht man das mehrfach erwähnte bachtungsjournal von Read, so finden wir in den meisten :n mehrfache Wechsel der Electricität; Volta dagegen sagt, Regen sey fast stets negativ [75]). Aber wie bereits Volta : bemerkte, muß man hiebei länger anhaltende Regen und ınschauer unterscheiden. Bei seinen Beobachtungen achtete er

---

Beccaria Elettricismo §. 1049.

ı L'ettricità quasi sempre *negativa* delle piogge quando quelle ıi ciel sereno, delle nubi non temporalesche, e delle nebbie ılte o basse, è sempremai *positiva* etc. Volta Opere I, I, 284.

sorgfältig auf die Beschaffenheit der Electricitä
nach dem Regen. Näherten sich die Wolken
+ E; fielen die ersten Tropfen, so wurde d
schwand endlich, und allmählig trat — E au
Minuten so stark wurde, daß ein kleiner zum F
ner Leiter Funken gab. So dauerte es eine hal
fort. Regnete es aber mehrere Stunden o
durch, so wurde auch jene negative Electricitä
wenn der Regen etwa auf kurze Zeit zunahm
ging aber in + E über, wenn der Regen
hörte [76]).

Etwas verschieden ist nach Foggo der
bei Regenschauern in England. So lange n
einiger Entfernung von der Stange ist, hat
+ E; steht einmal der vorangehende Theil d
Leiter, so verliert sich die Electricität und wi
Dieser Zustand dauert nur eine kurze Weile,
electrischen über, welcher anhält, bis die
gen ist, wo wieder — E hervortritt, die d
der Atmosphäre verdrängt wird [77]). Diese
zur Zeit heftiger Regenschauer, die nur we
ten, habe ich selbst öfter bemerkt.

Nehmen wir das Mittel aus einer gr
achtungen, so ist die Electricität bei Niede
figer negativ als positiv, beide aber sind na
von Schübler desto stärker, je dichter di
und je mehr Wasser in derselben Zeit herabfä
derschlägen, welche Schübler in einer Ze
im südlichen Deutschland beobachtete, war
251 negativ, es verhält sich also die Zahl der
negativen wie 1 : 1,55 [78]), dagegen verhält
achtungen von Hemmer zu Mannheim in d

76) Volta l. l. S. 289.

77) Edinb. Journ. of Sc. IV, 124. Daraus B
schrift I, 295.

78) Schweigger Jahrb. N. R. XXIX, 259.
S. 189.

87 die Zahl der positiven Niederschläge zu der der negativen
1:1,08.

Nach diesen Untersuchungen von Schübler hat auch die
ndrichtung sehr großen Einfluß auf die Art der Electricität.
rden nämlich die Niederschläge bei den einzelnen Winden näher
einander verglichen, so erhalten wir folgende Verhältnisse
schen der Zahl der positiven und negativen Regen.

Wind	Zahl der Niederschläge geordnet nach ihrer Electricität		Verhältniß der positiven zu den negativen Niederschlägen		
	positiv	negativ	Beobacht.	Berechn.	Untersch.
N	12	11	1:0,91	1:0,99	+ 0,08
NO	11	12	1:1,09	1:1,14	+ 0,05
O	3	5	1:1,66	1:1,44	— 0,22
SO	4	7	1:1,75	1:2,00	+ 0,25
S	5	13	1:2,60	1:2 47	— 0,13
SW	28	65	1:2,32	1:2,31	— 0,01
W	73	106	1:1,45	1:1,62	+ 0,17
NW	25	32	1:1,28	1:1,07	— 0,21

sind hiernach die Regen am häufigsten positiv electrisch bei
rdwinden, am häufigsten negativ electrisch bei Südwinden
zwischen beiden findet ein allmähliger Uebergang Statt. Wird
Zahl der positiven Niederschläge als Einheit angesehen, so läßt
die der negativen durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$N_n = 1{,}632 + 0{,}746 \sin(n \,.\, 45 + 263^\circ\, 14') + 0{,}138 \sin(n \,.\, 90^\circ + 46^\circ\, 28')$$

die Windrichtung von N durch O gezählt wird, und N_n die
nten Winde entsprechende Zahl negativer Niederschläge ist.
berechneten Werthe, welche in obiger Tafel mitgetheilt sind,
n hinreichend, daß dieser Ausdruck der Natur nahe entspricht.

Ich kenne nur noch die Beobachtungen, welche Hemmer
rere Jahre hindurch zu Mannheim anstellte und in den Mann-
er Ephemeriden bekannt machte, die sich zu dieser Unter-
ung benutzen lassen. Sehen wir nämlich die Zahl der positi-
Niederschläge als Einheit an, so erhalten wir für die negati-
folgende Größen:

Wind	Beobachtet	Berechnet
N	0,47	0,52
NO	0 84	0,75
O	0,91	0,95
SO	0,98	0,95
S	1,04	1,01
SW	1,10	1,17
W	1,08	1,06
NW	0,66	0,67

Also eben so wie in Stuttgart ist der Regen b
am seltensten, bei südlichen Winden am häufi
Zahl negativer Regen bei den einzelnen Wi
drücken durch die Gleichung

$$N_n = 0{,}885 + 0{,}251 \sin(n \, . \, 45^\circ -$$
$$+ 0{,}141 \sin(n \, . \, 90^\circ + 30$$

An beiden Orten liegt das Maximum bei S
nimum ein wenig westlich von N, also nahe
tungen zusammenfallend, welche wir für die R
von großer Wichtigkeit erkannten. Es muß kü
gen an einer größern Zahl von Orten vorbehal
scheiden, ob dieser Einfluß der Winde von
sey, oder ob im südöstlichen Deutschland der
häufigsten negative Regen bringt, mit NW,
zusammenfalle.

Ist nun gleich der Regen nach den
Schübler häufiger negativ als positiv, so
den positiven Niederschlägen im Mittel eine
als bei den negativen. Die Stärke in Gr
meters war bei den einzelnen Winden fo
schaffen:

Wind	Mittlere Stärke der Electricität		
	positiv	negativ	Mittel
N	131°	99°	116°
NO	105	132	120
O	15	13	13
SO	19	10	13
S	26	23	24
SW	66	33	44
W	75	39	53
NW	31	46	40
Mittel	69	43	53

t bei allen Winden ist die Stärke der positiven Electricität be-
tender als die der negativen, jedoch scheint es mir, als ob die
l der angestellten Messungen noch zu klein sey, um hieraus all-
ieine Gesetze über das Verhältniß dieser Stärke herzuleiten.
schieden aber geht aus der Tafel hervor, daß die Electricität
nördlichen Winden weit stärker sey, als bei südlichen; ob aber
große Sprung von NO zu O in der Natur begründet sey, oder
er nicht vielmehr seinen Grund in der geringen Zahl von Beob-
tungen habe, muß durch länger fortgesetzte Messungen an meh-
r Orten entschieden werden.

Schübler sucht den Grund dieses Gegensatzes in Folgen-
l. Beim Niederschlage der in der Atmosphäre schwebenden
nste entsteht ursprünglich + E; die negative scheint sich da-
en häufiger durch electrische Gegensätze, durch polarische Ver-
lung zu bilden, theils auch durch theilweises Verdunsten der
abfallenden Regentropfen zu entstehen, deren verdunstende Ba-
ähnlich dem feinen Wasserstaub der Wasserfälle nach und nach
rend des Falls selbst negative Electricität enthält. Bei den
dlichen und östlichen Winden ist die Luft gewöhnlich trockner,
Gegensätze zwischen + E und — E werden reiner und stär-
hervortreten können, zugleich ziehen die Wolken bei nördlichen
nden tiefer; beides kann dazu beitragen, daß die Electricität
Niederschläge stärker electrisch ist; bei südlichen und südwest-
en Winden ziehen dagegen die Wolken höher, die Luft ist im
gemeinen feuchter, es können sich dadurch weniger leicht electri-

sche Gegensätze bilden, zugleich ist die Luft
höhern Luftschichten fallenden Regentropfen
weise stärker verdunsten und dadurch häufige
auf der Erdoberfläche ankommen können [79]).

So weit meine eignen, freilich nicht seh
achtungen reichen, müssen wir den Vorgang
und anhaltenden Regen einzeln betrachten.
ist der Himmel meistens heiter, das ganze A
Stand der Hygrometer zeigen, daß die Luft
der Sättigung entfernt ist; Windstöße,
herrschen, mischen die Luftmassen schnell,
die Vergrößerung der Wolke erfolgen zusche
ren die Fasern aus dem früher schon vorhan
sein vorher scharfer und glänzender Rand
grau. Bildet sich die Wolke erst in der Näh
steigt die positive Electricität sehr schnell, wir
Volta und Schübler erwähnte Verdunsten
zer Zeit negativ, da diese durch eine nicht ge

Anders ist es bei mehrere Stunden o
Regen, aber hier müssen wir den Gegensatz
nördlichen und südlichen Winden speciell unte
Temperatur bei heiterm Himmel mehrere Ta
beginnt das Barometer langsam zu sinken, ein
in den höhern Regionen, es wird der Ostwi
pothese durch den Südwind verdrängt.
breiten sich immer weiter aus, der Himmel
am Horizonte ins Blaugraue spielendes Anse
die positive Electricität meistens zu; nach eini
der Tiefe Cumuli, das Barometer sinkt fort
in einer Atmosphäre an, welche dem Zust
nahe liegt. Dieser Regen, welcher bei s
Statt findet, ist anfänglich positiv, wird na
tiv oder unelectrisch. Dieser Wechsel der
doch, meiner Ansicht nach, nicht von einer
pfen her, der feuchte Zustand der Atmosphär
Wassermenge in dem tiefer stehenden Rege

79) Schübler Meteorol. S. 140.

nständen [80]), machen die Idee einer solchen Verdunstung un-
ıhrscheinlich; ich glaube vielmehr die Ursache dieser negativen
ectricität in der Existenz der beiden Wolkenschichten suchen zu
issen. Im Momente seiner Entstehung hat der Cumulus eben
wie jeder andere Niederschlag + E. Geben wir ihm der Ein-
hheit halber eine Kugelgestalt und befände er sich in bedeuten-
: Entfernung von andern electrisirten Körpern, so würde die
tärke der Electricität an allen Punkten seiner Oberfläche gleich
ın. Die Existenz der obern Wolkenschicht ändert diesen Zustand
ich anfänglich ab. Die positive Electricität, welche letztere be-
t, ist Ursache, daß der Cumulus auf der obern Seite ent-
der negativ oder schwach positiv, auf der gegen uns gerich-
en Seite dagegen viel stärker positiv ist, um so mehr, da
negative Electricität des Bodens diesen Zustand begünstigt.
t die Luft sehr feucht, so ist es möglich, daß sich die positive
ectricität von der untern Seite des Cumulus langsam zer-
ıüt, während die negative der obern Seite von dem höher
henden Cirrus oder Cirrostratus gebunden wird. Der Him-
l, welcher unter diesen Umständen gleichförmig bewölkt ist,
gt keine Spur von Electricität. Folgt nun ein Regen, so bringt
er Tropfen eine geringe Menge der Electricität der Wolke mit,
r finden unter diesen Umständen daher vorzugsweise — E;
uert der Regen längere Zeit mit etwa gleicher Heftigkeit fort,
nn verschwindet diese Electricität ganz, weil sie sich größtentheils
m Boden mittheilte. Folgte der Regen bald nach der Nebel-
dung, dergestalt, daß sich die Electricität der untern Seite nicht
streuen konnte, so hatte er anfänglich + E, nach einiger Zeit
ır dieses verschwunden und nun tritt — E auf.

Anders dagegen ist der Vorgang bei nördlichen Winden.
r Niederschlag erfolgt hier schnell, weit seltner als bei südlichern
inden, giebt es zwei Wolkenschichten. Cumuli, die bald in
ımulostrati und Nimbi übergehen, besitzen noch größtentheils
e ursprünglich positive Electricität. Daher ist unter diesen Um-
nden die Zahl positiver Niederschläge überwiegend. Hatte es
s diesen Wolken schon geregnet, ehe sie das Zenith erreichten,
ist es möglich, daß sie schon eben so mit — E ankommen, wie

0) Bd. I. S. 417.

Regenschauer; es kann ferner geschehen,
schnell auf südliche folgen, ehe die Cirrostra
nen verschwunden sind, oder daß die gebilde
indem ihre obere Seite von der Sonne erwär
stände, welche es möglich machen, daß die N
lichen Winden negativ werden. Dieses Ueber
Electricität bei nördlichen Winden ist auch Urs
meistens positiv ist; nach den Erfahrungen
derselbe 27 Mal mit + E und 6 Mal mit -
denen von Hemmer war er 44 Mal positiv

Wie weit das Gesagte durch eine größ
achtungen an verschiedenen Orten modificirt
ich dahin gestellt seyn lassen; so weit jedoch
reichen, so ist es vorzüglich die Existenz meh
welche auf die Art der Electricität großen Ei

Da die Electricität eine Folge von d
Dämpfe und dem raschen Fortschreiten der D
daß die Electricität der Niederschläge im S
seyn müsse, als im Winter. Die folgende T
bei welcher jedoch die Zählung der Grade nic
setzt wurde, beweist dieses hinreichend.

	Mittlere Stärke der Electricität		Stärkste Electricitä über
	positive	negative	
Januar	+ 40°	— 17°	+ 70° während vielen
Februar	41	44	— 150 mit + E wechs
März	74	68	— 340 mit + E wechse
April	40	59	— 80 bei Regen
Mai	186	179	± 600 bei Gewitter,
Junius	235	275	± 600 bei Gewitter
Julius	400	280	+ 600 — 500 bei Gew
August	290	80	+ 500 bei entfernten
September	30	10	+ 30 bei etwas Regen
October	26	31	— 60 bei starkem Rege
November	24	25	+ 55 bei starkem Rege
December	32	157	— 400 bei Sturm und

Die jährliche Periode der Stärke der E
schläge ist hier nicht zu verkennen, sie wür

81) Schübler Meteor. S. 88.

einer Reihe von Jahren ohne Zweifel noch regelmäßiger
geben [82]).

Zu den großartigsten Erscheinungen in der Atmosphäre ge-
ren die Gewitter, und nirgends tritt die Electricität in einem so
rken, aber auch so complicirten Zustande auf, als hier. Wir
ollen es hier versuchen, die wichtigsten Umstände bei diesem Phä-
mene näher anzugeben [83]).

Die Wolken, welche sich zu einem eigentlichen Gewitter aus-
den, sind in den meisten Fällen anfänglich klein und vergrößern
h oft sehr schnell, indem sie scheinbar aus sich selbst durch immer
rtgehende Niederschläge der Dämpfe in den umgebenden Regio-
n an Stärke gewinnen. In kurzer Zeit bedecken sie oft den
rher meistens blaßblauen Himmel. Zu andern Zeiten bilden
h gleichzeitig an mehreren Orten über dem Horizonte solche Wol-
n, welche sich bald vereinigen, bald einzeln wirken. Sie
aracterisiren sich theils dadurch, daß sie schnell aus Cirrostrati
Cumuli und Cumulostrati übergehen, theils dadurch, daß sie
rke Contraste von Beleuchtung bilden. An einigen Stellen ist
re Farbe dunkelgrau und gleich daneben zeigen sich glänzende ins
elbe spielende Farben. Zuweilen sieht man unter denselben meh-
re in die Länge gedehnte ins Aschgraue spielende Streifen. Zu
dern Zeiten, zumal dann, wenn die Sonne dem Untergange
he ist, sehen sie an der westlichen Seite verwaschen gelb aus,
d diese Farbe geht allmählig in Grau und Blau über, die ganze
ndschaft hat dann das Ansehen, als ob man sie durch ein gelbes
er oranges Glas betrachtete.

Zu andern Zeiten sind schon mehrere Stunden vor der eigent-
hen Gewitterbildung Wolken von der Art der Cirri sehr häufig.
m Morgen ist der Himmel vollkommen heiter; gegen Mittag
igen sich einzelne Cirri, deren Fäden vielfach verästelt dem Him-
el ein mehr oder weniger weißes Ansehen geben. Je länger der
rozeß dauerte, desto matter schien die Sonne, dabei sah man
i genauerer Aufmerksamkeit fast ohne Ausnahme Höfe größe-

82) Schübler Meteor. S. 87.

83) Ich folge hiebei vorzüglich den Darstellungen von (Brandes Beiträge zur Witterungskunde S. 336) und Pfaff in den Artikeln Blitz, Donner und Gewitter in Gehler's phys. Wörterb.

rer Art um die Sonne [84]). Unter dieser ob
schienen bald Cumuli, welche sich immer w
der obern Schicht zusammenzufließen schien
Ansehen erhielten. Diesen Vorgang habe ic
wittern beobachtet; die Vereinigung der b
war aber häufig nur scheinbar, die untern
fort, während die obern ruhig zu stehen schie

Der zuletzt erwähnten Entstehung der G
ein langsames aber anhaltendes Sinken des
dabei ist die Atmosphäre sehr ruhig, ein sch
bei wolkenlosem Himmel ist characteristisch,
mer als gewöhnlich. Häufig dauert diese
Tage, ohne daß es zu einem eigentlichen Gew

Die Hitze, welche wir zu solchen Zeiten
stens sehr drückend; sie wird aber nicht imme
meter angezeigt, und daß zur Bildung eines
Temperatur wesentlich erforderlich sey, geht
auch im Winter Gewitter entstehen. Eine
aber für die Ausbildung der Gewitter, bes
scheint eine schnelle Aenderung der Tempera
seyn, wie dieses besonders aus den Erfahru
hervorgeht. Bei seinen Beobachtungen
brechung fand er bei schwüler Gewitterluft
fraction, daß nur ein starker Unterschied in
Luftschichten sie erklären konnte. Brandes
von Laperouse gemachte Erfahrung hinzu,
ker Sturm folgte. Als sich dieser am 26sten
Japan und Corea befand, zeigten die oben a
lichen Wachen an, daß sie glühend heiße Dün
übergingen, aber nach Zwischenräumen einer
folgten. Die hinaufgeschickten Offiziere fa
völlig richtig, und bemerkten, daß das Therm
dem Verdeck auf 14° R stand, dort auf 20°
heißen Winde schnell vorübergingen, und als
vermuthlich nicht bis zu dem ihnen zugehörige

84) Ueber die Art, die dem bloßen Auge kaum wah
obachten, werde ich späterhin Mehreres sagen.

85) Brandes Beiträge 363. la Pérouse

Haben sich die Gewitterwolken bei windstillem Wetter in einir Entfernung vom Zenith gebildet, so erhebt sich sogleich ein bhafter Wind, wenn sie näher kommen. Mit ungeheurer Hefzkeit wirkt derselbe oft auf die ihm entgegenstehenden Geginde, Staubmassen werden bis zu bedeutender Höhe erhoben, e ganze Atmosphäre dadurch verfinstert, Bäume entwurzelt und äuser ihrer Ziegel beraubt. Dieser Sturm weht nach allen eiten von der Gewitterwolke [86]).

In der Gewitterwolke sieht man meistens mehr oder weniger bhafte Bewegungen von Wolkenstücken vor sich gehen, mit großer chnelligkeit eilen kleine Wolken zu der Hauptmasse, während ndere sich entfernen. In den meisten Fällen ist die Höhe von nen größer als von diesen.

Dabei nimmt die Electricität der Luft schnell zu, meistens ist positiv, aber ihre Stärke ist vielen Schwankungen unterworn. Ist die electrische Ladung hinreichend stark, so zeigt sich ein litz. Wäre dieser stillstehend, so würde er wahrscheinlich einer euerkugel gleichen, und mehrere Beobachter haben dieses auch sehen. So bemerkt Sockolow, daß der Blitz, durch welchen lichmann getödtet wurde, auf seinem kurzen Wege die Gestalt ines Feuerballes hatte; auch erwähnt Schübler, man habe bei nem Gewitter am 12ten Mai 1823 zu Simmersfeld auf dem chwarzwalde zwei auf einander folgende Blitze von ungewöhnher Form gesehen. Sie endigten sich nämlich in einen armscken Feuerstrom, der abwärts gegen die Erde fuhr, und an ssen Ende man eine Feuerkugel bemerkte; die Kugel glühte noch uriger als der Strom selbst. Der Feuerstrom des ersten Blitzes hr in gerader Richtung, der des zweiten mehr im Zickzack abärts, man glaubte ein Feuerwerk mit Raketen vor sich zu aben [87]). Bei einem heftigen Gewitter in Halle am 11ten Juus 1827 bemerkte ich ebenfalls mehrere helle Blitze, welche sich it einer Feuerkugel endigten.

Dieselbe scheinbare Regellosigkeit und Mannigfaltigkeit, elche uns die Funken der Electrisirmaschine zeigen, sehen wir auch er, wo der Weg des Funkens viel größer ist. Bisweilen geht r Funke gerade auf den getroffenen Gegenstand zu, dagegen

86) Band I. S. 210.
87) Schweigger Jahrb. N. R. XI, 36.

schlängelt er sich zu andern Zeiten und erscheint uns in Gestalt eines Zickzackes. Helvig, welcher über die scheinbare Gestalt des Blitzes sehr viele Messungen angestellt hat [88]), leitet die Entstehung dieses Zickzackes aus der Compression der Luft her, welche der Blitz vor sich hertreibt. Zeichnungen des Blitzes, welche H. mit der Camera clara aufnahm, scheinen zu beweisen, daß das Abspringen des Blitzes von seiner frühern Richtung unter einem Winkel von 40° geschehe, wenigstens habe er ihn nie kleiner gefunden. Indessen bemerkt Brandes mit Recht, daß die Zahl möglicher Täuschungen hiebei sehr groß sey, und daß viel auf die Stellung des Auges ankommt [89]). Parrot [90]) geht bei seiner Erklärung des Zickzackes von dem Satze aus, daß die electrischen Explosionen, welche den Blitz bilden, in der Atmosphäre selbst geschehen, und daß nur die heftigsten derselben die Erdfläche erreichen; der Leiter, auf welchen sich der Blitz stürzt, müsse also der Atmosphäre seyn, und da diese nie frei von Niederschlägen ist, so können wir uns dieselben als aus abwechselnden, mehr oder minder feuchten Massen bestehend denken, von denen der Blitz die feuchtern als bessere Leiter auf seinem Wege aufsucht. Pfaff bemerkt gegen diese Erklärung, daß sich dasselbe nicht auf die zickzackförmige Gestalt der Funken bei unsern Maschinen anwenden ließe [91]).

So wie sich der Funke, welcher aus dem Leiter unserer Maschinen ausströmt, öfter in mehrere Aeste theilt, besonders dann wenn er gegen eine Ebene oder eine Kugel von großem Durchmesser springt, so sehen wir auch öfters eine Theilung des Blitzes. Jedoch scheint das Phänomen zu den Seltenheiten zu gehören, da es nicht häufig erwähnt wird. Eine Theilung in zwei Aeste habe ich mehrmals, eine Theilung in drei nur selten bemerkt. Muncke sah einen anscheinend lothrecht herabgehenden über 200 Fuß langen Blitzstrahl sich in lauter kleine Kügelchen auflösen [92]).

---

88) Gilbert's Ann. LI, 139.

89) Brandes Beiträge S. 353.

90) Parrot Physik der Erde §. 325. S. 462.

91) Pfaff in Gehler's Wörterb. I, 1000.

92) Sacra natal. Divi Caroli Friderici etc. die XXII Nov. renunciat G. W. Muncke cit. von Pfaff in Gehler's Wörterbuch I, 1000.

In vielen Fällen findet die electrische Explosion zwischen ver-
iedenen Wolkenschichten Statt, wie daraus hervorgeht, daß
ın die Wolken selbst in der Nähe des Zeniths nur von einem
llen Scheine erleuchtet steht, ohne einen Funken zu bemerken.
enn die Explosion zwischen Wolken und Erdoberfläche Statt fin-
t, so soll nach der herrschenden Meinung der Blitz aus der
olke herabfahren, jedoch wagte Maffei die sonderbare Be-
uptung, wie sich Pfaff ausdrückt, daß alle Blitze von der
de aufstiegen [93]). Maffei selbst, so wie Chappe d'Au-
roche wollen deutlich Blitze aus der Erde haben heraufkommen
ıen [94]). Auch haben Cotte, Bertholon, Mourgue,
rgna und Andere aufsteigende Blitze gesehen [95]).

Hiernach scheint mir die Behauptung von Maffei keines-
ges sonderbar zu seyn, im Gegentheil glaube ich, wir müssen
nehmen, daß der Blitz zugleich aufwärts und abwärts fährt,
e dieses sowohl die von Cotte mitgetheilten Thatsachen, als
ch eine spätere Erfahrung eines aufmerksamen Beobachters, des
storbenen Consistorialrath Koch zu Magdeburg, bewiesen.
Auf einer Harzreise, schreibt der Verfasser, die ich schon im Jahre
787 mit einigen Freunden machte, hörten wir von Süden her
ıen Donner, und sahen, als wir bald darauf an einen freien Platz
men, eine einzelne große schwarze Wolke in gleicher Höhe
t unserm Standpunkte, ihre Richtung gerade auf uns zuneh-
n. In dem Augenblicke, wo sie uns erreichte, sahen wir uns
ı einem dichten Nebel umfangen, der von einem zwar feinen
r durchdringenden Regen begleitet war. Die Wolke verfolgte
en Weg nach Wernigerode. Als sie uns fern genug zu seyn
ien, standen wir, sie betrachtend, still. Wir hörten wieder
nner, und sahen nun, daß, so oft ein Blitz zur Erde

3) Scipione Maffei della formazione de' fulmini. 4. Verona 1747. In diesen Briefen, welche ich nur nach dem Auszuge im Hamburger Magazin (II, 284) kenne, befindet sich auch ein Aufsatz über die Electricität, ohne daß auch nur eine Hypothese über die electrische Natur des Blitzes aufgestellt zu seyn scheint. Die Meinung Maffei's über die aufwärts steigenden Blitze findet sich auch vorgetragen in Richter de vero loco natali fulminum. Lips. 1725.

4) Lichtenberg Magazin II, 36. Histoire de l'Acad. 1769, p. 20.

5) Cotté Mém. I, 164 u. Traité p. 76.

schlängelt er sich zu andern Zeiten und erscheint uns in Gesta
eines Zickzackes. Helvig, welcher über die scheinbare Gestalt
des Blitzes sehr viele Messungen angestellt hat [88]), leitet die Ent-
stehung dieses Zickzackes aus der Compression der Luft her, welche
der Blitz vor sich hertreibt. Zeichnungen des Blitzes, welche
mit der Camera clara aufnahm, scheinen zu beweisen, daß das
Abspringen des Blitzes von seiner frühern Richtung unter einem
Winkel von 40° geschehe, wenigstens habe er ihn nie kleiner ge-
funden. Indessen bemerkt Brandes mit Recht, daß die Zahl
möglicher Täuschungen hiebei sehr groß sey, und daß viel auf die
Stellung des Auges ankommt [89]). Parrot [90]) geht bei seiner
Erklärung des Zickzackes von dem Satze aus, daß die electrischen
Explosionen, welche den Blitz bilden, in der Atmosphäre selbst
geschehen, und daß nur die heftigsten derselben die Erdfläche errei-
chen; der Leiter, auf welchen sich der Blitz stürzt, müsse also
der Atmosphäre seyn, und da diese nie frei von Niederschlägen
so können wir uns dieselben als aus abwechselnden, mehr oder
minder feuchten Massen bestehend denken, von denen der Blitz die
feuchtern als bessere Leiter auf seinem Wege aufsucht. Pfaff
bemerkt gegen diese Erklärung, daß sich dasselbe nicht auf die zick-
zackförmige Gestalt der Funken bei unsern Maschinen anwenden
ließe [91]).

So wie sich der Funke, welcher aus dem Leiter unserer Ma-
schinen ausströmt, öfter in mehrere Aeste theilt, besonders dann
wenn er gegen eine Ebene oder eine Kugel von großem Durchmes-
ser springt, so sehen wir auch öfters eine Theilung des Blitzes.
Jedoch scheint das Phänomen zu den Seltenheiten zu gehören, da
es nicht häufig erwähnt wird. Eine Theilung in zwei Aeste habe ich
mehrmals, eine Theilung in drei nur selten bemerkt. Muncke
sah einen anscheinend lothrecht herabgehenden über 200 Fuß
langen Blitzstrahl sich in lauter kleine Kügelchen auflösen [92]).

---

88) Gilbert's Ann. LI, 139.

89) Brandes Beiträge S. 353.

90) Parrot Physik der Erde §. 325. S. 462.

91) Pfaff in Gehler's Wörterb. I, 1000.

92) Sacra natal. Divi Caroli Friderici etc. die XXII Nov.
renunciat G. W. Muncke cit. von Pfaff in Gehler's Wör-
terbuch I, 1000.

In vielen Fällen findet die electrische Explosion zwischen ver-
iedenen Wolkenschichten Statt, wie daraus hervorgeht, daß
ın die Wolken selbst in der Nähe des Zeniths nur von einem
len Scheine erleuchtet steht, ohne einen Funken zu bemerken.
enn die Explosion zwischen Wolken und Erdoberfläche Statt fin-
:, so soll nach der herrschenden Meinung der Blitz aus der
olke herabfahren, jedoch wagte Maffei die sonderbare Be-
uptung, wie sich Pfaff ausdrückt, daß alle Blitze von der
de aufstiegen [93]). Maffei selbst, so wie Chappe d'Au-
roche wollen deutlich Blitze aus der Erde haben heraufkommen
en [94]). Auch haben Cotte, Bertholon, Mourgue,
rgna und Andere aufsteigende Blitze gesehen [95]).

Hiernach scheint mir die Behauptung von Maffei keines-
ges sonderbar zu seyn, im Gegentheil glaube ich, wir müssen
nehmen, daß der Blitz zugleich aufwärts und abwärts fährt,
: dieses sowohl die von Cotte mitgetheilten Thatsachen, als
h eine spätere Erfahrung eines aufmerksamen Beobachters, des
storbenen Consistorialrath Koch zu Magdeburg, beweisen.
uf einer Harzreise, schreibt der Verfasser, die ich schon im Jahre
'87 mit einigen Freunden machte, hörten wir von Süden her
en Donner, und sahen, als wir bald darauf an einen freien Platz
nen, eine einzelne große schwarze Wolke in gleicher Höhe
t unserm Standpunkte, ihre Richtung gerade auf uns zuneh-
n. In dem Augenblicke, wo sie uns erreichte, sahen wir uns
einem dichten Nebel umfangen, der von einem zwar feinen
r durchdringenden Regen begleitet war. Die Wolke verfolgte
n Weg nach Wernigerode. Als sie uns fern genug zu seyn
en, standen wir, sie betrachtend, still. Wir hörten wieder
nner, und sahen nun, daß, so oft ein Blitz zur Erde

---

3) Scipione Maffei della formazione de' fulmini. 4. Verona 1747. In diesen Briefen, welche ich nur nach dem Auszuge im Hamburger Magazin (II, 284) kenne, befindet sich auch ein Aufsatz über die Electricität, ohne daß auch nur eine Hypothese über die electrische Natur des Blitzes aufgestellt zu seyn scheint. Die Meinung Maffei's über die aufwärts steigenden Blitze findet sich auch vorgetragen in Richter de vero loco natali fulminum. Lips. 1725.

) Lichtenberg Magazin II, 36. Histoire de l'Acad. 1769. p. 20.

) Cotté Mém. I, 164 u. Traité p. 76.

fuhr, ein dem Anscheine nach gleich starker Blitz in die Luft hinauf schlug, und eben so, wenn er in eine Seitenwolke überfuhr, ein gleicher auf gerade entgegengesetzter Seite zum Vorschein kam, so daß also jeder Blitz ein doppelter war. Die Gewißheit dieser von mir und meinen Begleitern zugleich gemachten Wahrnehmung kann ich verbürgen" [96]). Dasselbe Phänomen hat auch Bergmann mehrmals beobachtet [97]).

Und sehen wir denn etwas anderes bei den Funken unserer Electrisirmaschine? Bringen wir in die Nähe des positiven Leiters eine mit dem Erdboden in Verbindung stehende, also negative, Kugel, so sehen wir bei passender Entfernung kleine Lichtbüschel aus jedem Körper hervorfahren, die sich bei größerer Annäherung zu einem Funken verbinden. Wie viele Täuschungen aber hier möglich sind, wenn die Richtung des Funkens angegeben werden soll, davon erzählt Priestley ein auffallendes Beispiel [98]). Er ließ zwischen einer messingenen Kugel und einem großen kupfernen electrisirten Leiter Funken überspringen. Mochte nun dieser Leiter positiv oder negativ electrisirt seyn, stets kam es ihm so vor, als wenn der Funke von der Kugel nach dem Leiter spränge, so bald die Kugel sich über dem Leiter befand, dagegen schien ein Ueberspringen von dem Leiter zu der Kugel Statt zu finden, wenn letztere sich unter jenem befand. Fechner fügt der Erzählung dieser Thatsache hinzu, er habe sich von ihrer Richtigkeit überzeugt [99]), und bei positiver Ladung des Leiters habe ich es ebenfalls gesehen.

Ueber die Geschwindigkeit des Blitzes läßt sich nach den bisherigen Erfahrungen nichts Bestimmtes sagen. Zwar glaubt Helvig diese zu 40000 bis 50000 Fuß in der Secunde annehmen zu müssen [1]), aber es sind hiebei so viele Täuschungen möglich, daß die obige Angabe nicht einmal als eine rohe Schätzung angesehen werden kann.

---

96) Schweigger's Jahrb. N. R. XVI, 414.

97) Phys. Beschreib. d. Erdk. §. 129. II, 73.

98) Priestley Gesch. d. Electr. S. 478.

99) Biot Experimentalphysik von Fechner II, 320.

1) Gilbert's Annalen LI, 136.

Der Blitz verfolgt auf seinem Wege stets die bessern Leiter, d sein Weg kann daher sehr mannigfaltig seyn. Gestalt der olke, Grad der Spannung, Gestalt der Erdoberfläche u. s. w.)en darauf einen mehr oder weniger großen Einfluß. Im All= ieinen müssen wir annehmen, die Schlagweite sey desto größer,)öher die electrische Spannung der Wolke ist; die letztere selbst int von der Größe und Schnelligkeit des Niederschlages abzu= igen. Daher sehen wir auch den Blitz meistens da, wo die olke am dichtesten ist [2]). Allein auch hier sind Täuschungen glich. Wir sehen diese Wolke auf eine scheinbare Ebene pro= rt; wäre sie also z. B. kugelförmig und durchaus von gleicher htigkeit, so wird sie uns dort am dunkelsten und also am dich= en erscheinen, wo sie am tiefsten gegen die Erde herabkommt,) hier muß sie sich am leichtesten entladen.

Befinden sich zwischen der Wolke und der Erde andere lei= de Körper, so werden diese durch Vertheilung electrisirt, sie ichtern dem Blitze das Herabfahren zur Erdoberfläche. Daher zt sich der Blitz häufig an solchen Stellen, wo sich tiefere Wol= i bewegen.

Auf der Erdoberfläche trifft der Blitz häufig hervorragende genstände, namentlich wenn dieses gute Leiter sind und durch rtheilung electrisirt werden können. Thürme, Schornsteine, iume u. s. w. werden leichter getroffen, als der Boden. In sem Streben, den guten Leitern zu folgen, liegt auch der und, der öfter gemachten Erfahrung, daß der Blitz bei dem= ien Gewitter wiederholt in dasselbe Gebäude schlägt. So er= ilt Klügel einen Fall, wo der Blitz innerhalb 2—3 Minuten 4 Orten einschlug, welche 420, 670 und 1170 Schritte i einander entfernt waren [3]). Diese Wiederholung scheint nentlich dann zu erfolgen, wenn der Blitz gezündet hat und heißer, gut leitender Luftstrom in die Höhe steigt.

Ohne hier die Eigenthümlichkeiten des Blitzes zunächst weiter verfolgen, will ich die übrigen begleitenden Umstände näher rachten. Meistens mehrere Momente, nachdem der Blitz sich

---

) Gehler's Wörterb. I, 1002.

) Klügel Beschreibung der Wirkungen eines heftigen Gewitters, wel= ches vom 12ten Julius 1779 die Stadt Halle betroffen. 8. Halle 1779.

gezeigt hatte, stürzt Regen herab, welcher häufig von Hagel beglei-
tet ist. Die Regentropfen sind gewöhnlich sehr groß; selten aber
hält er mehrere Minuten mit großer Stärke an; regnet es fort,
ohne daß ein neuer Blitz folgt, so sind die Tropfen meistens klein.
Ganz dasselbe geschieht mit dem Hagel, beide Niederschläge aber
fangen nach jeder Explosion mit neuer Stärke an. Wenn das
Gewitter dem Zenith nicht nahe steht, dann ist der Regen mei-
stens gleichförmiger. Dieser Wechsel der Stärke scheint seinen
Grund vorzüglich in plötzlichen Ausdehnungen der Luft zu haben.
Indem der Blitz durch eine Luftmasse fährt, entsteht hier ein leerer
Raum, von allen Seiten stürzen die Luftmassen mit Gewalt da-
hin, es entsteht eine Condensation, und so fällt Regen mit Gewalt
herab; ein Vorgang, der sich bei jedem Blitze wiederholt.

Dabei zeigt sich dann meistens ein sehr lebhafter Wechsel
der Art und Stärke der Electricität, über welchen wir in der
Folge Mehreres sagen werden.

Wie bei allen electrischen Explosionen hört man auch hier ein
lebhaftes mehr oder weniger starkes Geräusch, welches mit dem
Namen Donner bezeichnet wird. Das Geräusch ist nicht in
allen Fällen gleich. Wenn der Blitz einen Körper an der Erd-
oberfläche trifft, wenn er also dem gemeinen Sprachgebrauche zu-
folge einschlägt, so hören diejenigen, welche sich in seiner Nähe
befinden, meistens einen mehr oder weniger heftigen Knall, wel-
cher im Momente aufhört, während entfernter stehende Beobach-
ter meistens ein prasselndes Geräusch vernehmen. Völlig ver-
schieden hievon ist der eigentlich rollende Donner, besonders da,
wenn die Blitze zwischen den Wolken selbst Statt finden. Das
Rollen desselben dauert oft mehrere Secunden und nimmt dabei
nicht an Stärke ab, er erscheint vielmehr in Zwischenräumen von
Zeit zu Zeit verstärkt und oft stoßweise mit heftigen Schlägen
untermengt, ähnlich dem Poltern einer Last, welche langsam und
stoßweise eine Treppe hinab bewegt wird. Dieses Donnern fängt
in der Regel nicht mit der größten Stärke an, sondern zuerst
schwach beginnend, erreicht es erst nach einiger Zeit seine größte
Intensität.

Ist es nun kaum zu bezweifeln, daß dieses Geräusch, wel-
ches wir im Kleinen bei unsern Maschinen beobachten, eine Folge
der electrischen Entladung sey, so hält es doch sehr schwer, die

'en, das wir nicht mit dem Nachhalle einer angeschlagenen
te vergleichen dürfen, in allen seinen Umständen zu erklären.
ere Physiker leiteten es aus dem Echo von terrestrischen Gegen-
den her [4]), was um so wahrscheinlicher schien, da es in Ge-
sgegenden meistens weit fürchterlicher klingt. Da jedoch das
en auch auf dem Meere gehört wird, so wurde angenommen,
der Schall von den Wolken reflectirt würde. Gegen letztere
auptung machte de Luc die Einwendung, daß es nicht wohl
bar sey, daß Wolken als bloße Nebel den Schall reflectiren
ten [5]). So ganz unmöglich scheint mir diese Reflexion nicht
yn, obgleich ich keineswegs geneigt bin, das Rollen allein
dieser Ursache abzuleiten. Vergleichen wir die analogen opti-
Phänomene, so sehen wir, daß stets dort eine Reflexion des
es erfolgt, wo das Brechungs- und Zerstreuungsvermögen des
sichtigen Mittels sich ändert, und so könnte auch an der Ober-
e der Wolke, wo der Schallstrahl (sit venia verbi) in ein ande-
Mittel übergeht, sehr wohl ein Echo gebildet werden. Einige
sachen, welche die Mitglieder der Pariser Academie bei ihren
uchen über die Geschwindigkeit des Schalles bemerkten, schei-
für eine solche Einwirkung der Wolken zu sprechen. Wenn
nämlich zwischen beiden Stationen Wolken befanden, so wur-
diese Schüsse mit einem Rollen, wie vom Donner, gehört,
nicht bemerkt wurde, wenn der Himmel heiter war [6]).

Es scheint mir naturgemäßer, das Rollen aus der Beschaf-
it des Blitzes abzuleiten, und in dieser Hinsicht haben sich be-
rs Brandes, Raschig und Helvig bemüht, das Phä-
n zu erklären. Brandes wurde vorzüglich durch Bella-
Bemerkung in seiner Abhandlung über den Hagel [7]), daß
beim Donner den ersten Knall, welcher durch den die Wolken
eilenden Blitz bewirkt wird, von dem Rollen des Donners
scheide, zu der Hypothese geführt, daß das Rollen von wie-
lten Explosionen herrühre. Das Rollen komme vorzüglich

Bergmann Phys. Beschr. der Erdk. II, 73. §. 129. Gehler's
Wörterb. Art. Donner (Alte Ausgabe).

Gren Journal IV, 207.

Ann. de chimie XX, 210.

Brugnatelli Giornale di fisica 1818.

von den aufwärts oder seitwärts in die Wolken fahrenden Bli[tzen]
her, während der in die Erde einschlagende Blitz mit einem kur[zen]
Knall oder einem knitternden Laute verbunden sey. Läge nun d[er]
Ort jeder Explosion bei einem herabfahrenden Blitze dem Orte d[es]
Beobachters näher, so gelange der durch die erste Explosion [be-]
wirkte Schall, welcher langsamer als der erregte Blitz fortge[ht,]
gleichzeitig mit dem durch die letzte Explosion bewirkten Schalle i[ns]
Ohr, dieser sey daher kurz und ohne einen Nachhall. Wenn [hin-]
gegen der Blitz zwischen Wolken aufwärts oder seitwärts geht,
gelangen die in größerer Entfernung entstehenden Donner sp[ät]
in unser Ohr, und ein Blitz, dessen ganze Wirkung vielleicht [nur]
eine Secunde dauert, aber sich vielleicht durch eine Strecke [von]
6000′ in gerader Linie bewegt, müßte einen 7 Secunden dau[ern-]
den Schall geben [8]). Diese Hypothese, wonach das län[gere]
Anhalten des Donners aus der Zeit hergeleitet wird, welch[e der]
Schall gebraucht, um sich durch einen gegebenen Raum zu [be-]
wegen, hat Vieles für sich und wurde auch schon von B[ü-]
mann angegeben [9]).

Die Zickzackform des Blitzes, auf welche Helvig aufm[erk-]
sam machte, scheint hiebei ebenfalls eine Rolle zu spielen. [Bei]
näherer Aufmerksamkeit sah er bei einem Gewitter den Blitz [in]
vier Absprüngen seine Bahn nach der Erde durchlaufen und [hörte]
ganz bestimmt eben so viele Donnerschläge, doch nicht alle [von]
gleicher Stärke [10]). Offenbar muß auch hier der Schall zu [ver-]
schiedenen Zeiten ins Ohr gelangen, und da wahrscheinlich [der]
hervorgebrachte Ton an den Ecken wegen größerer Compr[ession]
der Luft am stärksten ist, so ergiebt sich nach ihm daraus die [un-]
gleiche Stärke zu verschiedenen Zeiten. Beiden Hypothesen [ähn-]
lich sind auch die Bemerkungen von Raschig [11]), welcher [au]
der ungleichen Entfernung noch die Beschaffenheit des Mittels [in]
welchem der Schall entsteht, berücksichtigt.

Wie es bei Phänomenen, die sich unter den verschiedenen [-]
sten Umständen zeigen, so häufig trifft, so wirken hier gewiß [...]

8) Brandes Beiträge S. 351.
9) Phys. Beschr. d. Erdk. II, 73. §. 129.
10) Gilbert's Annalen LI, 139.
11) Ebend. XXIII, 226.

hnten Umstände, sowohl das Echo als die ungleiche Entfer-
der schallenden Theile dahin, dieses Rollen zu erzeugen. Um
den Wechsel der Stärke, dieses secundenlange Pausiren und
af sehr heftig erfolgende neue Beginnen zu erklären, müssen
noch einen andern Umstand berücksichtigen, auf welchen mei-
Wissens noch Niemand aufmerksam gemacht hat, dieses ist die
rferenz der Schallwellen [12]). Eben so wie bei jedem andern
alle, dauert auch hier die Undulationsbewegung der Luft noch
e Zeit fort, nachdem die Ursache verschwunden ist. Ein jeder
t, welchen der Blitz auf seinem Wege trifft, wird Mittelpunkt
Wellensystems, wir wollen indessen der Einfachheit halber an-
ien, solche Punkte seyen nur die Ecken des Zickzackes, an denen
Schall erzeugt werde. Der Donner kommt zuerst von dem
chst liegenden Punkte des Blitzes ins Ohr; dauert die Undula-
bewegung noch fort, so kommen die Wellen von einem zwei-
Punkte an; treffen ähnliche Theile beider Wellen zusammen,
ird der Schall bedeutend verstärkt: ist dieses nicht der Fall,
nn der Donner an Stärke abnehmen, ja wohl einen Moment
iren und dann mit neuer Heftigkeit anfangen, wenn die Wel-
von einem oder mehreren Schallsystemen ankommen, bei denen
iche Theile der Wellen zusammenfallen.

Ich halte es kaum für möglich, daß sich viele hiebei vor-
nende Umstände auf eine andere Art erklären lassen. Wollten
z. B. blos von der ungleichen Entfernung der schallenden
kte ausgehen, so müßte der Donner mit dem Maximo sei-
Stärke anfangen, da wir ihn zuerst von dem zunächst liegen-
Punkte hören und dieser Schall also wegen geringerer Ent-
ng am stärksten ist, oder es müßte wegen gegenseitiger Ver-
ung der Donner schwach anfangen, dann allmählig an Stärke
nen, ein Maximum erreichen und nun wieder abnehmen.
eigentliche Rollen würde nur unter günstigen Umständen Statt
. Wir sehen hieraus zugleich, weshalb etwas entfernte
ter dieses Rollen weit auffallender zeigen, als diejenigen,
in der Nähe des Beobachtungsortes einschlagen. Es ist

Ueber Interferenz der Schallwellen s. Baumgartner Naturlehre,
te Aufl. S. 245. Weber in Schweigger's Jahrb. N. R.
VIII, 385.

eine durch die Erfahrung von Fresnel hinreichend erwies
Thatsache, daß die Interferenz der Lichtwellen nur dann vorz
lich lebhaft erfolgt, wenn die Halbmesser der Wellen spitze Wi
einschließen, und dasselbe findet bei den Schall- und allen übri
Wellen Statt. Nehmen wir nun an, der Blitz fahre verti
durch eine Länge von 2000′ herab und der Beobachter bef
sich 10000′ entfernt von dem Punkte des Einschlagens, so betr
der Winkel, den die vom Beobachter nach den beiden äußer
Punkten gezogenen Linien einschließen, nahe 11°; wäre dage
der Beobachter nur 2000′ entfernt, so würde dieser bis 45°
gen. In jenem Falle ist also schon weit leichter Interferenz
beiden äußersten Schallsysteme möglich, als in diesem, und d
selbe gilt von allen einzelnen Systemen, deren Mittelpunkte z
schen den beiden äußersten liegen. Sollte einst Lichtenberg
Vorschlag, den Donner auf Noten zu setzen [13]), ausgeführt
dabei zugleich auf die jedesmalige Gestalt des Blitzes Rücksicht
nommen werden, so würde sich die Wahrheit des Gesagten be
sen lassen; so viel geht aus meiner Hypothese hervor, daß
Jeder seinen eigenen Donner hören muß, was schon Lichtenb
vermuthete und was hinreichend dadurch bestätigt wird, daß
entfernter Donner ganz anders klingt, als ein naher.

Wenn der Blitz sich gegen die Oberfläche der Erde bew
so folgt er wie jeder electrische Funke stets den bessern Leitern
verläßt wohl die schlechtern, um den bessern zu folgen, und
bewegt er sich auf dem kürzesten und leichtesten Wege gegen
Boden. Es kommt auf das Leitungsvermögen der neben
ander befindlichen Körper an, auf welchen von ihnen si
Blitz zur Erde bewegt. Zwar wird schon von den Alten e
daß der Blitz in manche Bäume nicht einschlage, und au
Förster wollen bemerkt haben, daß manche Bäume nicht get
werden; so lange jedoch nicht die Umstände bei der Ersch
näher angegeben werden und die Thatsache selbst durch unbe
nes Beobachten erwiesen wird, möge es erlaubt seyn, Erz
gen dieser Art zu bezweifeln und in das Gebiet der Jagdge
ten zu verweisen.

---

nberg's Werke VI, 478.

Metalle als die besten Leiter sind diejenigen Körper, denen
Blitz vorzugsweise folgt, jedoch kann es auch geschehen, daß
on einem Metalle abspringt und sich durch einen schlechtern Lei-
bewegt, wenn er auf diesem schneller zur Erde gelangt. Ist
metallische Leiter nicht hinreichend stark, so wird er meistens
hmolzen oder oxydirt. Nächst den Metallen trifft der Blitz
feuchten Gegenstände, und da kann es sich wohl ereignen, daß
b Menschen und Thiere von ihm erreicht und getödtet oder be-
bt werden. Es scheint im ersten Falle das Nervensystem so
k erschüttert zu werden, daß der Tod im Momente erfolgt; wie
iigstens daraus hervorzugehen scheint, daß die vom Blitze er-
agenen Personen häufig unverändert in derselben Lage gefunden
den, welche sie kurz vorher im Leben hatten. Reimarus [14])
rt mehrere solche Fälle an, einen z. B., wo zwei vom Blitze Er-
agene, die an eine Hecke, unter der sie Schutz gesucht, ange-
lt waren, in ihrer frühern unverändert gebliebenen Lage selbst
offenen Augen angetroffen wurden, der eine mit einem Stück
)t, das er einem auf seinem Schooße liegenden und ebenfalls
hlagenen Hunde reichen wollte; eben so wurde eine Frau, die
inem Heuhaufen sitzend vom Blitze erschlagen war, so wenig
indert getroffen, daß sie noch wie lebend aussah.

Trifft der Blitz auf seiner Bahn schlechte Leiter, so durch-
)t er sie, schleudert sie umher und übt dabei oft eine unge-
e mechanische Gewalt aus. So verschob der Blitz in einem
lse unweit Manchester am 6ten August 1809 eine Mauer
chen einem Keller und einer Cisterne, die 3 englische Fuß dick
12 Fuß hoch war, dergestalt, daß der weggeschobene Theil
iner Seite 4 Fuß, an der andern 9 Fuß aus seiner Lage ent-
t war, wobei die hölzernen Verbindungsstücke ganz zerbrochen
en. Der fortgeschobene Theil enthielt 7000 Backsteine und
etwa 52000 Pfund [15]); um aber den ganzen mechanischen
ct zu berechnen, müßte noch die Größe der Cohäsion dieser
ile bekannt seyn. Ein anderes Beispiel von der ungeheuern

[14]) Reimarus neuere Bemerkungen vom Blitze S. 119 fg.

[15]) Manch. Mém. II, 2 bei Pfaff in Gehler's Wörterbuch I, 1030.

wenn man ihre kleinen Mitbrüder bei einer Pocken-Epidemi
halben Dutzenden an einem Tage zu Grabe trägt. Und
Furcht, welche dem Kinde fast mit der Muttermilch eingei
wird, findet dann in Schulen und Kirchen reichliche Ausbild
Geistliche, welche die Größe Gottes nicht kennen, welche von
Natur und ihren Wirkungen nicht den geringsten Begriff h
welchen es sehr daran liegt, Unwissenheit und Dummheit in i
Gemeinde zu erhalten, welche nicht Lehrer, sondern Verde
der ihnen anvertrauten Heerde sind, stellen die Gewitter
Strafgerichte Gottes dar, vergessen, daß der Herr, nach d
Ausspruche des Propheten, nicht in Donnerwettern lebt.

Doch wir wollen hier diesen Gegenstand nicht länger ver
gen, seine Quellen liegen zum Theil zu tief in den Einrichtun
der Schulen verborgen, als daß es sich der Mühe lohnte
wenigstens hier aufzudecken. Es giebt aber ein von Frank
vorgeschlagenes Mittel, die Wirkungen des Blitzes auf die
bäude unschädlich zu machen, es sind dieses die Blitzablei
Hinreichend starke Stangen von Eisen oder einem andern M
werden auf der Spitze des Daches und an hervorragenden E
des Gebäudes durch hölzerne Pflöcke befestigt, dann in s
leitender Verbindung in den Boden, am besten in eine W
sammlung geleitet. Wenn dann der Blitz das Gebäude trifft,
folgt er vorzugsweise dem bessern Leiter und geht unschädl
den Boden. Alle Blitzableiter, deren Nutzen sich in vielen F
bewährt hat, sind auf diese Art eingerichtet; es würde hier
zu weit führen, sollte ich das Technische des Gegenstandes n
erörtern, und ich verweise deshalb auf den Artikel Blitzablei
in der neuen Ausgabe von Gehler's physikalischem Wörterb
wo die wichtigsten Punkte mit der Angabe der Literatur abge
delt sind.

Wenn der Blitz irgendwo eingeschlagen hat, so bemerkt
in der Nähe meistens einen eigenthümlichen Geruch, unstre
von derselben Art, wie wir ihn bei unsern Electrisirmasch
wahrnehmen. Häufig wird derselbe für schwefelartig ausgege
Nur wenige Physiker, die verschiedene Gerüche wohl zu un
scheiden wußten, haben denselben wahrgenommen. Dalt
behauptet, er habe bei seinen Versuchen über die Electricität

witter einen solchen Geruch bemerkt [20]). Auch de Romas
)ähnt bei Erzählung seiner Versuche mit dem electrischen Dra-
n „einen Geruch, in welchem der Schwefel vorherrschend war,
)elcher aber meiner Ansicht nach derselbe war, den der electri-
he Funke hat, welcher von einer Kugel zu einer Stange über-
)ringt, nur mit dem Unterschiede, daß er ein wenig stärker
)ar." [21]). Raschig, in dessen Nähe ein Blitz einschlug, er-
hnt nichts von diesem Geruche [22]); dagegen sagt Jungnitz,
lcher einen Blitz in das Collegiengebäude zu Breslau einschlagen
) sich weit ausbreiten sah: „es verbreitete sich ein dampfartiger
Qualm und ein brandartiger Geruch, wie von Holzbränden,
)enn z. B. Holz auf Holz gerieben verkohlt wird. Derselbe Ge-
ich war durch das ganze Collegiumsgebäude merklich; von
nem Schwefelgeruch war aber keine Spur wahrnehmbar" [23]).

Indem der Blitz bei seiner Bewegung den guten Leitern folgt,
)t er endlich den Boden zu erreichen. Die häufig aufgeworfene
ige, ob er in das Innere dringe, oder ob er nur auf der Ober-
he bleibe, läßt sich nicht allgemein beantworten, indem dabei
es auf das Leitungsvermögen der an der Oberfläche und in eini-
: Tiefe befindlichen Körper ankommt. Ist der Boden durch
ı vorhergehenden Regen angefeuchtet und in einen guten Leiter
wandelt, dann wird er wahrscheinlich auf der Oberfläche blei-
ı und sich mit der entgegengesetzten Electricität neutralisiren.
dieses jedoch nicht der Fall, befindet sich vielleicht unter dem
echt leitenden Boden ein besserer Leiter, dann kann der Blitz
n so in die Tiefe dringen, als ein electrischer Funke bei unsern
ıschinen durch eine Glastafel geht.

Wenn der Blitz in die Tiefe dringt, so verändert und schmilzt
)ie Körper, durch welche er hindurch schlägt, eben so wie wir
es im Kleinen bei sehr starken Electricitätsmaschinen sehen.
mentlich sehen wir dieses beim Quarzsande, in welchem häufig

---

[20]) Franklin's Werke I, 166.

[21]) Mém. présentés II, 403.

[22]) Gilbert's Annalen XXXI, 204.

[23]) Verhandlungen der Gesellschaft zur Beförderung der Naturkunde und Industrie Schlesiens 1806. Bd. I. Heft 1 citirt von Pfaff in Gehler's Wörterb. I, 1031.

der Weg des Blitzes durch röhrenförmig geschmolzene Massen angezeigt wird; solche geschmolzene Massen heißen Blitzröhren. Schon Whitering erzählt einen Fall, in welchem die Entstehung solcher Massen durch den Blitz erwiesen wird [24]). Der Blitz schlug in einen Eichbaum, tödtete einen darunter stehenden Menschen und fuhr an dessen Stock in die Erde. Als man spätehin an dieser Stelle nachgrub, so fand man zwölf Zoll unter der Oberfläche drei Stücke geschmolzenen reinen Quarzsandes, wovon zwei röhrenförmig und inwendig verglaset, ja sogar bis zum Herabfließen eines Theiles der Masse geschmolzen waren.

Als Henzen diese Bildungen in den Sandhügeln der Senner Heide in Westphalen gefunden [25]) und nebst Blumenbach für Producte eines Blitzschlages erklärt hatte [26]), wurden die Physiker auf sie aufmerksamer. Namentlich bemühte sich Fiedler, ihre Beschaffenheit und die Verhältnisse, unter denen sie vorkommen, genauer zu ergründen [27]). Meistens bestehen die Blitzröhren aus ungleich langen und ungleich weiten, nach unten stets verengerten und endlich ganz spitz zulaufenden, zum Theil gekrümmten und mit mehr oder weniger Nebenästen versehenen Röhren, welche inwendig völlig verglaset, nach außen blos zusammengesintert, zuletzt mit angeklebten, eine sehr rauhe Oberfläche bildenden Sandkörnern überzogen sind und eine schwärzliche oder perlgraue, zuweilen eine röthliche, in den verglaseten Theilen auch eine grünliche Farbe haben. Ihr Durchmesser beträgt ¼ bis 20 pariser Linien, die Dicke der Wände ¼ bis 11 Linien, ihre Länge aber mag 20 bis 35 Fuß und darüber betragen, mit Seitenästen von 1 Zoll bis 1 Fuß Länge. Eine der größten, aus den einzelnen zerbrochenen Stücken in natürlicher Richtung bis zu einer Länge von 14½ Fuß zusammengesetzte Blitzröhre ist von

24) Phil. Trans. LXXX, 193, daraus Reimarus neuere Bemerkungen S. 19. S. den Art. *Blitzröhren* in Gehler's Wörterbuch und Gottl. Ribbentrop über die Blitzröhren oder Fulguriten, besonders über das Vorkommen derselben am Regensteine bei Blankenburg. 8 Braunschweig 1830.

25) Voigt Magazin X, 491.

26) Das. XI, 363.

27) Gilbert's Annalen LV, 121. LXXI, 301.

iedler im Dresdener Cabinette aufgestellt worden [28]). Alle
litzröhren mit starken Seitenwänden haben nach den Erfahrungen
n Fiedler stets eine zackige, knorrige Außenseite und sind in
rer natürlichen Lage durch Queersprünge in Stücke, welche aufs
naueste auf einander passen, von $\frac{1}{4}$ Zoll bis zu einigen Zollen
inge zersprungen, wie es nothwendig geschehen mußte, da die
schmolzene glasige Masse, durch den sie dicht umschließenden
uchten Sand, schnell erkaltete. Wenn man ein Stück einer
lchen Röhre erst so weit frei gemacht hat, daß sie noch, wie
n einer Wand herablaufend, sich im Sande im Profil zeigt,
erscheint sie im völligen Zusammenhange; es trennen sich dann
er bei der leisesten Berührung die genau auf einander stehenden
stücke. Blitzröhren, welche in ihrer ganzen Länge nur dünne
eitenwände haben, zeigen stets eine gerundetere Außenfläche
nd eine rundere innere Höhlung; da also dann fast nur eine einzi-
ge Schicht Sand verschmolzen war, so sind in ihnen Queersprünge
var auch vorhanden, aber nicht so häufig [29]). Auffallend aber
t es, daß alle Blitzröhren, welche man bis zu bedeutender Tiefe
erfolgt hat, auf Wasseransammlungen zu führen scheinen: so
urde der Sand bei einer von Fiedler ausgegrabenen großen Blitz-
öhre fast naß, so daß er beinahe langsam von der Schaufel floß,
ben so in der Bantelge im Münsterschen und bei Blankenburg;
ei einer andern in Schlesien aufgegrabenen ging man 6 Ellen in
ie Tiefe und kam dann zu einer Quelle [30]). Wahrscheinlich wird
ieses in den meisten Fällen Statt finden, da der Blitz sich zum
essern Leiter bewegt.

Seitdem man auf diese Bildungen aufmerksamer geworden
var, hat man sie an verschiedenen Orten gefunden, und Bötti-
er sucht es wahrscheinlich zu machen, daß bereits die Alten sie
ekannt haben [31]). So viel ist gewiß, daß sie der Pastor Her-
nann zu Massel in der Nähe von Breslau schon im Anfange
es 18ten Jahrhunderts kannte und sie Fossile arborescens oder

28) Gilbert's Annalen LXXI, 301.

29) Ebend. S. 305.

30) Ebend. S. 339. Anmerk.

31) Ebend. LXXII, 317.

Beinbruch nannte [32]). In dem Töplberge wurden sie von dem Winde zuweilen so entblößt, daß sie wie Korallenzinken hervorstanden. Ein Exemplar davon wurde in dem Dresdener Cabinette unter dem Namen Osteocolla maslensis vitrificata aufbewahrt [33]), bis Gilbert in der Folge zeigte, daß es eine Blitzröhre sey. Man hat sie auch gefunden bei Pillau in der Nähe von Königsberg [34]), auf der Nietleber Heide bei Halle [35]), am Regenstein bei Blankenburg [36]), in der Nähe von Dresden [37]), in der Bautelge im ehemaligen Bisthume Münster [38]), bei Zankendorf unweit Malaczka in Ungarn [39]), zu Drigg in Cumberland [40]). Eben so hat man sie in Brasilien gefunden, jedoch bilden sie in den sandigen Ebenen von Bahia nicht sowohl hohle Röhren, sondern unregelmäßige und tief gefurchte kantige Stücke, auch sind die Sandkörner viel stärker in einander geschmolzen, so daß der Bruch zusammenhängend und glasartig erscheint, fast wie ein Hyalith, dem sie auch an Farbe und Durchsichtigkeit nahe kommen [41]). Endlich haben sie auch Denham, Clapperton und Oudney in Africa im Thale Dibla am Südrande der Sahara ($17\frac{1}{2}°$ und $13\frac{1}{2}°$ O von Greenwich) gefunden. Sie sahen hier in dem Sande röhrenförmige, hohle, korallenartige Substanzen, die im Bruche ein glänzendes, glasartiges Ansehen hatten. Einige lagen horizontal, die meisten vertical, und an Größe waren sie sehr verschieden, von einigen Linien bis zu anderthalb Zoll Umfang, von einem Zoll bis zu einem Fuß Länge. Es zeigten sich in der Nähe kleine, runde, halbverglasete Steine, die auf eine ähnliche Art

32) Maslographia oder Beschreibung der schlesischen Massel im Fürstenthume Oels mit seinen Schaumerkwürdigkeiten. Brieg 1711. bei Gilbert's Ann. LXXI, 338.

33) Rivinus Diss. sistens tentamina circa terras medicales. Lips. 1723. bei Gilbert's Ann. LXXI, 337.

34) Gilbert's Annalen LV, 138.

35) Ebend. LV, 138.

36) Ebend. LXI, 245, und besonders Ribbentrop über die Blitzr. S. 29.

37) Gilbert's Ann. LXVIII, 209. LXXI, 301.

38) Ebend. LXI, 237.

39) Ebend. LXXIV, 214.

40) Ebend. LXXIV, 218.

41) Ebend. LXI, 259.

:bildet zu seyn scheinen und von den Bewohnern gesammelt wer-
:n [42]). Der Dr. König, welcher diese Substanzen, die sich nach
:r Erzählung der Anwohner nach dem Regen bilden, untersuchte,
klärte sie geradezu für Blitzröhren, nur sind die africanischen Mas-
n von homogenerer und reinerer Structur, als die in höhern
reiten, einige derselben durchscheinend und farblos, so daß die
öhrenförmigen Stücke wie Stalactiten von kohlensaurem Kalk
ısſehen. Andere waren hellgrün, hier und da mit weißen
lecken von halbgeschmolzenen Sandkörnern gezeichnet, auch mit
ıer Oberfläche, die entweder glatt anzufühlen, oder mit schnee-
ißen, matten, in die verglaste Masse eingedrückten Sandkör-
rn besetzt war [43]). Zu bemerken ist übrigens, daß auch hier
r Blitz sich durch den Sand zu einem bessern Leiter bewegt hatte.
ie Reisenden fanden nämlich in diesem Thale kleine, $1\frac{1}{2}$ Fuß tiefe
runnen, die sich bald wieder füllten, wenn sie ausgeschöpft
aren. Das Wasser enthielt etwas kohlensaures Natron und viel-
cht wurde durch dieses die Schmelzung des Sandes erleichtert.

Wenn der Blitz in den feuchten Boden dringt und sich zer-
eilt, so wird die Schmelzung an den einzelnen Stellen, so wie
e Stärke des Funkens weniger stark, und daher sind die untern
öhrenstücke dünner als die obern. Daß aber diese Gebilde ihren
:sprung dem Blitze verdanken, geht nicht blos aus der oben mit-
theilten Erfahrung von Whitering hervor, sondern auch
ätere Beobachter haben sich davon überzeugt. So erhielt Pfaff
ıe kleine Blitzröhre von der schleswigschen Insel Amrum. Einige
:atrosen sahen hier den Blitz einschlagen, gruben sogleich nach
ıd fanden hier diese 3 Linien im Durchmesser haltende Röhre. Sie
ır inwendig geschwärzt, und Pfaff wirft dabei die Frage auf,
diesés vom Eisen oder von einem Bestandtheile des Blitzes selbst
rrühre [44]). Dagegen leitet Ribbentrop die von ihm öfter
merkte schwarze Färbung mit Recht von einem verkohlten Pflan-
ıkörper her [45]). Auch Hagen grub bei dem Dorfe Rauschen
der samländischen Ostküste an einer Stelle nach, wo der Blitz

42) Denham Narrative p. 80.

43) Das. Appendix p. 250 und Poggendorff's Ann. X, 483.

44) Gilbert's Annalen LXXII, 111.

45) Ribbentrop über Blitzröhren S. 44.

einige Tage vorher eingeschlagen hatte und fand die Blitzröhre [46]. Dasselbe Phänomen wurde auf der Senner Heide in der Nähe von Salzuffeln bemerkt. Der Blitz schlug in ein Kornfeld und unter der Dammerde fand der Schullehrer Fechterling zu Augustdorf den Anfang einer Blitzröhre [47]. Eben so schlug der Blitz in der Nähe eines Schäfers bei Vechelde unweit Braunschweig ein, und einige Tage darauf fand Busch an dem von dem Schäfer bezeichneten Punkte, nachdem er die Erde etwa einen Fuß weggeräumt hatte, mehrere Stücke von Blitzröhren von 1 bis 1½ Zoll Länge [48].

Wird nun durch die eben mitgetheilten Erfahrungen die Wahrscheinlichkeit der Hypothese über die Entstehung dieser Körper durch den Blitz sehr groß, so wird sie durch einen Versuch von Hachette, Savart und Beudant über die künstliche Erzeugung dieser Gebilde zur Gewißheit erhoben. Sie ließen den Schlag einer sehr starken Batterie durch Glaspulver gehen, mit welchem ein Loch in einem Ziegelsteine angefüllt war, und erhielten dadurch Röhren, welche den Blitzröhren völlig ähnlich waren, nur daß die Dimensionen wegen der geringern Stärke der Electricität viel kleiner waren. Bei einem Versuche mit zerstoßenem Glase erhielten sie eine Röhre von 25 Millimeter Länge, deren äußerer, von einem bis zum andern Ende unregelmäßig abnehmender Durchmesser 3 bis ½ Millimeter betrug, und deren innerer Kanal ½ Millimeter im Durchmesser hielt. Bei einem andern Versuche, bei dem das Glas mit etwas Kochsalz gemischt worden, erhielten sie eine Röhre von 30 Millimeter Länge, die auswendig und inwendig ziemlich regelmäßig war. Der äußere Durchmesser betrug im Mittel 4½ Millimeter und der innere 2 Millimeter. Versuche mit gepulvertem Feldspath oder Quarz gelangen nicht, offenbar weil die Electricität nicht hinreichend stark war [49].

Endlich findet man auch auf der Oberfläche des festen Gesteines zuweilen Verglasungen, welche vom Blitze erzeugt zu sey

---

46) Gilbert's Annalen LXXIV, 325.

47) R. Brandes in Schweigger's Jahrb. N. R. XIV, 243.

48) Ribbentrop über Blitzröhren S. 27.

49) Aus den Annales de chimie XXXVII, 319 in Poggendorff Ann. XIII, 117.

einen. Dieses beobachtete z. B. H. B. v. Saussure an dem
rnblendeschiefer auf dem Montblanc, und er sah diese Erschei-
ngen um so unbedenklicher für Folgen von Blitzschlägen an, als
nliche sich auf Ziegelsteinen zeigen, welche vom Blitze getroffen
d, und er außerdem beim Zersprengen eines Stücks Hornstein
rch Entladungschläge einer starken Batterie bemerkt hatte, daß
aus einander gerissenen Flächen mit glasigen, theils zerplatzten
enen, theils ganzen durchsichtigen Bläschen bedeckt waren.
sselbe fand Ramond am Glimmerschiefer des Montperdu
d am Klingsteinporphyr des Roche Sanadoire im Departement
y de Dôme, und von vorzüglicher Schönheit Humboldt am
hlichen Trachyt-Porphyr der Nevado de Toluca in Mexico, in
er Höhe von 14250 Fuß über dem Meere [50]). Auch fanden
reenough und Buckland bei Untersuchung der Blitzröhren
Drigg in Cumberland, daß eine derselben auf einen Kiesel von
rnstein-Porphyr traf, mit welchem sie verschmolzen war, wo-
sich zwei kleine Blättchen olivenfarbiges Glas zeigten [51]).

Noch ist unter den Erscheinungen, welche mit dem Blitze
sammenhängen, der sogenannte Rückschlag zu erwähnen.
an hat bei Gewittern öfter Menschen und Thiere todt nieder-
llen sehen, obgleich der Schlag in einer großen Entfernung von
r Stelle erfolgte, wo sie sich befanden. Den merkwürdigsten
ll dieser Art, welcher viel Aufsehen machte, erzählt Bry-
ne [52]). Am 19ten Julius 1785 zeigten sich nach einem schönen
itern Morgen um 11 Uhr Wolken in SO vom Beobachtungs-
e, zwischen Mittag und 1 Uhr mehrere entfernte Blitze, zwi-
en ihnen und dem Donner lag ein Intervall von 25 bis 30 Se-
nden. Plötzlich hörte Brydone einen heftigen Knall, als
nn mehrere Flinten schnell hinter einander abgefeuert wurden,
ne daß sich vorher ein Blitz gezeigt hatte. Nicht weit von dem
use war ein Mensch, Namens Lauder, welcher einen mit
hlen beladenen Wagen fuhr, mit seinen Pferden erschlagen;
Begleiter, welcher auf einem zweiten Wagen hinter ihm fuhr,

---

0) Gilbert's Annalen LXXI, 340.

1) Ebend. LXXIV, 218.

2) Phil. Trans. LXXVII, 61, daraus Cavallo Elect. II, 111.
Reimarus neuere Bemerkungen S. 13.

hatte nur den Knall gehört und die Pferde stürzen sehen, dabei bemerkte derselbe keinen Blitz, fühlte auch keine Erschütterung. Mehrere Kohlen waren von dem Wagen umhergeschleudert. Etwa anderthalb Fuß hinter jedem Rade war in der Erde ein Loch von ungefähr 2 Zoll Durchmesser, dessen Mittelpunkt genau in der Radspur lag. Die Erde war um die Löcher aufgewühlt, das Eisen am Rade zum Theil oxydirt. Auch ein Schäfer, welcher sich mehrere hundert Schritte von der Stelle befand, sagte, er habe eben nach den beiden Karren gesehen, da er einen lauten Knall gehört und zugleich gesehen, daß die Pferde des ersten Karrens niedergefallen, er habe aber keinen Blitz oder Feuerschein gesehen, sondern nur, daß Staub von der Stelle aufgeflogen; er fügte hinzu, der Vorfall habe sich nordwestlich von seinem Standpunkte ereignet, während er es nur südöstlich von diesem hätte blitzen sehen. Dabei zeigten sich in der Nähe noch mehrere ähnliche Erscheinungen. Ein Schäfer weidete seine Heerde auf einem nahe gelegenen Felde. Plötzlich sah er ein Lamm todt umfallen, und dabei hatte er eine Empfindung, als ob Feuer über sein Gesicht führe. Dieser Vorfall ereignete sich etwa eine Viertelstunde vor Lauder's Unfall und nicht über 300 Yards von der Stelle, wo dieser getödtet wurde. Eine Frau, welche unweit des Ortes, in dessen Nähe sich die ganze Begebenheit zutrug, Gras mähete, fiel plötzlich zu Boden und rief aus, sie hätte einen heftigen Schlag am Fuße erhalten und wüßte gar nicht, woher er gekommen. Eben so erzählte der Prediger Bell, er sey kurz vor diesem Unfall in seinen Garten gegangen und habe zu wiederholten Malen ein merkliches Zittern des Bodens bemerkt.

Nicht immer zeigt der Rückschlag so heftige Wirkungen als im vorliegenden Falle. So bekam einst eine Person in dem Augenblicke, wo eine geladene Gewitterwolke in bedeutender Entfernung explodirte, einen electrischen Schlag, da sie von ungefähr mit der Hand einen, nicht in einem Stücke fortlaufenden, metallenen Blitzableiter berührte [53]). Ein ähnlicher Fall ereignete sich zu Versailles am 24sten September 1826. In dem Momente, wo das Gewitter in einer eine halbe Lieue entfernten Meierei er-

schl

53) Lord Mahons Grundsätze der Electricität. Aus d. Engl. v. Seeger. 8. Leipzig 1789. S. 148. §. 329.

ng, empfand ein Bewohner der Stadt, welcher neben einer chtraufe stand, eine heftige Erschütterung [54]).

Wahrscheinlich gehören hieher auch diejenigen Schläge, welche leich an sehr entfernten Orten einschlagen und zünden sollen; vird jedoch in diesem Falle sehr schwierig, die Identität der tze zu constatiren. Einen Fall dieser Art erzählt Buissart [55]).

Die Ursache des Rückschlages muß in der durch Vertheilung vorgerufener Electricität gesucht werden, aber hiebei kön die Körper auf so mannigfaltige Art geordnet seyn, daß es ver hält, darüber allgemeine Gesetze aufzustellen [56]). Der ein ste von Biot und Arago [57]) betrachtete Fall ist derjenige, eine große, stark electrisirte Wolke, deren beide Enden gegen Oberfläche der Erde herabhängen, letztere durch Vertheilung trisirt. Wird nun durch irgend einen Umstand eine Entladung dem einen Ende bewirkt, so stellt sich das Gleichgewicht an der e wieder her, die Electricität bewegt sich mit Schnelligkeit auf Oberfläche von dieser fort, und trifft sie hier schlechte Leiter, können mehr oder weniger heftige Erschütterungen Statt finden, war die Oberfläche in dem oben ausführlich erzählten Falle schlechter Leiter, indem die beiden Fuhrleute gegenseitig den nsch aussprachen, daß es nach der langen Dürre einmal reg möchte.

Eben so kann es geschehen, daß eine Wolke von einer be barten durch Vertheilung electrisirt wird. Dann sind auf der erfläche der Erde ebenfalls zwei ungleich electrisirte Gegenden handen. Findet nun eine Entladung zwischen beiden Wolken r zwischen einer Wolke und der Erde Statt, so bewegt sich die ctricität ebenfalls mit Schnelligkeit über die Erde.

Ehe wir es versuchen, den ganzen Vorgang bei dem Gewit zu erklären, will ich etwas über die geographische Verbrei-

---

54) Demonferrand in Ann. de chimie XXXIII, 418.

55) Journ. de phys., Octobre 1783 bei Seeger Anm. zu Mahon's Grundsätzen der Electr. S. 153.

56) Außer den Schriften über Gewitter vergl. Lord Mahon Grundsätze der Electricität 8ter bis 11ter Abschnitt.

57) Biot Traité II, 435. Dess. Physik von Fechner II, 288. Arago in Ann. de chimie XXXIII, 418.

tung dieser Phänomene und ihre Häufigkeit im Laufe des Jahres mittheilen. Nirgends auf der Erde sind die Gewitter so häufig als in niedern Breiten während der nassen Jahreszeit; fast täglich zeigen sie sich hier [58]). Nachdem der Himmel am Morgen heiter gewesen war, bedeckt er sich um Mittag schnell mit Wolken, die Electricität der niedern Regionen der Atmosphäre ist während dieser Wolkenbildung weit stärker als in höhern Breiten [59]). Die Blitze zeigen sich endlich, sie folgen weit schneller, scheinen weit heller als in unsern Gegenden, und der Donner rollt fürchterlich. Man kann sich in unsern Breiten keinen Begriff von der Heftigkeit eines solchen Gewitters machen [60]), namentlich sind diese Gewitter in der Region der Calmen zwischen beiden Passaten sehr häufig, ja fast täglich, so daß man diesen Gürtel auch die Region der ewigen Gewitter nennen könnte.

Diese Gewitter zwischen den Wendekreisen haben häufig den spanischen Namen Tornados oder Trovados [61]); auf den Antillen, auf Isle de France und in Hindostan heißen sie Orcane (ouragans, hurricanes), in dem chinesischen Meere Typhonen [62]), und diese Benennungen, welche sich eigentlich nur auf die heftigen dabei Statt findenden Winde beziehen, sind auf das ganze Phänomen ausgedehnt worden.

Sehr heftig sind diese Orcane an der Sierra-Leone-Küste im Anfange und am Ende der nassen Jahreszeit, also zu der Zeit, wo der Wechsel der Moussons Statt findet. Schon Winterbottom bemerkt [63]), daß sie die größte Aehnlichkeit mit unsern Gewittern hätten, und deshalb schloß ich sie bei Betrachtung der Winde gänzlich aus. In der erwähnten Gegend halten die heftigen Orcane selten länger als 20 Minuten oder eine halbe Stunde an, was auch schon Dampier bemerkt [64]); die Scene, welche

58) Humboldt Voyage VII, 426.
59) Ibid. XI, 22.
60) Lund in Tidsskrift for Naturvidenskaberne V, 102. Eschwege Brasilien, die neue Welt, II, 20.
61) Dampier Traité des vents p. 10.
62) Ibid. p. 68.
63) Winterbottom, Nachrichten von der Sierra-Leone-Küste S. 36 fg. Golberry Fragmens II, 486.
64) Dampier Traité des vents p. 51.

rstellen, gehört nach Winterbottom zu den erhabensten auch furchtbarsten in der Natur. Der Wind kommt so ganz vartet und raset mit einer solchen Wuth, daß dadurch häufig Schiffe in die größte Gefahr gerathen. So erhob sich, nach Erzählung von Dampier, auf der Insel Antigua (Antillen) ugust 1681 um 8 Uhr Abends ein heftiger Orcan, welcher um folgenden Morgen um 4 Uhr anhielt. Der Capitän bury, welcher die Ankunft des Orcanes vermuthet hatte, mit seinen Leuten ans Land gestiegen und schickte diese bei ent- ener Windstille zum Schiffe, dieses aber lag ganz auf der und die Spitze des Mastes steckte im Sande. Bald darauf der Orcan aufs Neue an, das Meer stieg dabei ungeheuer, en aus zerstörten Schiffen wurden nach dem Orcane mehr ine Viertelmeile weit im Lande gefunden, ein Schiff wurde auf das Land in einen Wald getrieben, während ein drittes inem frei stehenden Felsen 10 bis 11 Fuß über dem höchsten de des Wassers zur Zeit der Fluth ruhte [65]).

Gleichwohl bricht ein solcher Orcan nicht so plötzlich los, daß zuvörderst einige Kennzeichen vorangehen sollten, wodurch hinlänglich gewarnt wird. Anfänglich läßt sich an der Sierra- e-Küste am östlichen Horizonte eine dunkle Wolke sehen, die Winterbottom's Ausdrucke nicht größer ist als eine nshand, während Golberry bemerkt, daß sich in den höch- Regionen der Atmosphäre plötzlich eine runde weiße Wolke Es zucken schwache Blitzstrahlen durch die Luft, welche ll auf einander folgen, zwischen denselben läßt sich mitunter iter Ferne der Donner hören. Die Wolken werden in der hnten Himmelsgegend dunkler und schwärzer, ihr Umfang immer größer, und es scheint, als ob sie sich auf einander nten. Der Donner, welcher anfänglich kaum merklich war, sich nur nach langen Pausen wieder hören ließ, kommt all- ch näher, die Schläge folgen öfter auf einander, sein Brül- ird schrecklich. Das Gewölk wird immer schwärzer und end- üllt sich der ganze Himmel in mitternächtliches Dunkel, das er Helligkeit, welche noch am westlichen Himmel vorhanden inen schauderhaften Contrast bildet. Unmittelbar zuvor, ehe

---

Dampier Traité des vents p. 66.

der Orcan losbricht, weht entweder ein ganz gelindes, kaum merkbares Lüftchen aus Westen, oder, was noch öfter zu geschehen pflegt, die Luft ist vollkommen ruhig und es herrscht über eine ungewöhnliche Stille, zuweilen kleine schwache Wirbelwind Menschen und Thiere suchen sich dann zu verbergen, alles ist banger Erwartung, und im nämlichen Momente stürzt der Sturm mit allen seinen Schrecknissen aus den Wolken herab.

Zur See kündigt der Tornado seine Annäherung durch selben Kennzeichen an, wie zu Lande, nur mit dem Unterschied daß er auf diesem unsteten Elemente eine weit erhabenere schreckenvollere Scene darstellt. Wenn man diese Naturscenen einige Male mit angesehen hat, und nun nicht mehr, wie erste Mal befürchtet, mit jedem Augenblicke vernichtet zu werden so lassen sich dieselben allerdings mit Vergnügen betrachten. Wenige Minuten zuvor, ehe der Sturm das Schiff erreicht, die See mit einem weißen Schaume bedeckt, der von der schnellen Annäherung des Windes zeugt, welcher die Oberfläche des Meeres mit größter Wuth vor sich herpeitscht. Die See verliert spiegelglattes Ansehen und thürmt sich in den ungestümsten Wogen empor. Wenn es während oder nach einem solchen Sturm See nicht regnet, so nennt man denselben einen weißen Tornado, und dieser ist meistens heftiger, als wenn er von Regen begleitet ist.

Mit diesen Bemerkungen, welche ich nach Winterbottom gegeben habe, stimmen auch die Nachrichten von andern Reisenden mehr oder weniger überein. Aber so heftig diese Orcane sind, so verbreiten sie sich doch selten über einen großen Raum. In der Campechebai wehte im Jahre 1676 ein Orcan, welcher besonders auf der Insel Trist sehr heftig war, aber in einer Entfernung von 30 Lieues gar nicht mehr bemerkt wurde [66]), ganz dasselbe erzählt Forrest von Isle de France [67]).

Eine Thatsache, auf welche Winterbottom aufmerksam gemacht hat und welche mit der Entstehungsart dieser Stürme in innigen Zusammenhange steht, ist die schnelle Depression der Temperatur. Wenn der Sturm im Anzuge begriffen ist, so

66) Dampier Traité des vents p. 63.

67) Forrest on monsoons p. 122.

nichts seltenes, daß das Thermometer in kurzer Zeit um 8 bis
° F. sinkt.

Wie es bei den Niederschlägen in der nassen Jahreszeit über-
upt der Fall ist, so treten auch diese Gewitter vorzugsweise zur
t der größten Tageswärme ein, eben so wie dieses auch in höhern
eiten geschieht. Nur im Innern des Landes kommen zuweilen
h heftige Gewitter während der Nacht vor, wie dieses Caillé
der Mandingo-Terrasse in Africa [68]), und Eschwege in
asilien bemerkten [69]). Diese Gewitter aber scheinen vorzüglich
ig zu seyn. „Es ist schwer, sich eine deutliche Idee von
schauerlich Großen eines nächtlichen, mit Sturm begleiteten
witters in einem Urwalde Brasiliens zu machen, und schauder-
gend, ihm ohne Obdach ausgesetzt zu seyn. Noch schwerer
bt die Beschreibung eines solchen Gegenstandes, der Alles in
er Furchtbarkeit überbietet. Ein Sturm zur See, wenn
gel reißen und Masten brechen, ist wohl wegen des schwan-
den Elementes gefahrvoller, doch grausender dieses. Bei
m sind die Momente die schrecklichsten, wo der Schiffer die
Sturm sich entgegenstemmenden Gegenstände, Masten und
gel, noch nicht eingezogen und verkleinert und der einwirken-
Gewalt angepaßt hat. Ist dieses Geschäft aber vorüber und
klich überstanden, so kann man sich auf offener See und in
erdichten Fahrzeugen sorglos schaukeln lassen. Das Heulen
Windes in den Tauen, das Rasseln und Knarren der Masten
Segelstangen, das Dehnen, Ranken, Winden und Knistern
Schiffsbauches, die an- und überschlagenden Wellen hört
nach einigen Stunden ohne Angst; der Eindruck wird schwä-
und schwächer, und selbst der Donner verliert an seiner
chtbarkeit; er rollt schnell vorüber und man liegt ruhig in
Kajüte. Nicht so ein Sturm und Gewitter, wie ich sie in
brasilischen Wäldern oft erlebte. Immer waren sie mir furcht-
und selbst den Thieren schien es unheimlich zu Muthe zu seyn,
auch die kleinsten wurden unruhig, besonders die Frösche.
Toben des Windes in den Riesenbäumen Brasiliens, das Ge-
und Gekrache der umstürzenden, nahe und fern das Abfallen

) Caillé Voyage à Temboctou an mehrern Stellen.
) Eschwege Brasilien, die neue Welt, II, 19.

dürrer Aeste, der Strom sich ergießenden Regens, das Schr
wilder Thiere, besonders der Affen, die vielleicht durch einen
derstürzenden Baum aus ihrer Schlafstätte geschleudert, vielleicht
auch beschädigt wurden, das unaufhörliche Krachen und Rolle
des Donners mit seinen unendlichen Echos, das wunderliche Lic
welches die hellesten Blitze unter dem Dunkel des schwarzen W
des verbreiteten, dabei die beständige Gefahr, von dürren Aes
oder niederstürzenden Bäumen erschlagen zu werden, alles die
versetzte mich immer in den unbehaglichsten Zustand.“ 70)

Diese Gewitter und Orcane zeigen sich besonders an gebirg
gen Küsten, und selbst kleine Inseln, wie die Antillen, Isle d
France und andere, sind ihren Verwüstungen ausgesetzt. An d
Westküste Africa's zeigen sie sich besonders zwischen dem Cap Ver
und Cap de Monte, dagegen zwischen dem weißen Vorgebirge u
dem Palmen-Cap finden sie nicht Statt 71). Es ist mir jed
völlig unmöglich, die Zahl der Gewitter und Orcane in versch
denen Gegenden zwischen den Wendekreisen anzugeben.

Weiter nördlich werden auf dem hohen Meere in der Re
der Passate die Gewitter eben so selten seyn, als die Regen, jed
bin ich aus Mangel an Beobachtungen nicht im Stande, etwa
über ihre Zahl oder über ihre Vertheilung im Laufe des Jah
zu sagen. Letztere anlangend, so scheinen auf Madeira die G
witter vorzüglich im Winter Statt zu finden, wenigstens erwä
Heinecken in seinem mehrfach benutzten Tagebuche öfter ge
terreiche Mondte, was im Sommer seltener der Fall ist.

Ich will in dem Folgenden die Vertheilung der Gewi
während des Jahres in verschiedenen Gegenden von Europa m
theilen, muß aber im Voraus bemerken, daß ich diese Darste
lung für sehr unvollkommen halte. So sehr ich mich auch b
müht habe, die Zahl der Gewitter in verschiedenen Gegenden d
Erde zu bestimmen, so ließen mich doch die Quellen, deren i
mich bediente, fast immer im Stiche. In Cotte's Zusammen
stellungen fand ich gar nichts, da er von keinem Orte die Z
der Gewitter anführt, eben so wenig fand ich in den jährlich
Uebersichtstafeln von verschiedenen Orten, welche in den J

70) Eschwege I. 1.

71) Golberry fragmens II, 300.

ften zerstreut sind. Höchstens würde hier angeführt, wie Gewitter sich im Jahre ereignet hatten, ohne daß die Zahl in einzelnen Monaten gegeben wurde; aber jene blos jährliche immung ist von sehr geringem Werthe, da sie höchstens dazu n können, um in Verbindung mit einer größern Zahl von bachtungen in benachbarten Gegenden die größere oder gerin Häufigkeit dieser Erscheinung in verschiedenen Theilen der zu bestimmen. Mir blieben daher fast nur die Mannheimer emeriden zur Benutzung übrig [72]), so daß ich nicht im Stande die Zahl der Gewitter auch nur an einem einzigen Orte in land anzugeben.

Um die Vertheilung der Gewitter im Laufe des Jahres zu mmen, werde ich in den folgenden Tafeln dasselbe Verfahren enden, dessen wir uns bei Vergleichung der Regenverhältnisse nten; ich werde nämlich die Zahl aller Gewitter während des res mit 100 bezeichnen und die in den einzelnen Jahreszeiten tt findenden als Procente angeben.

Frankreich und Holland.

Monat	la Rochelle [73])	Middelburg [74])	Brüssel [75])
Januar	1,0	0,0	0,1
Februar	1,2	0,8	0,4
März	0,3	0,5	0,4
April	1,0	0,7	1,2
Mai	1,7	1,8	2,4
Junius	4,0	4,3	4,8
Julius	2,6	4,0	2,2
August	2,3	3,9	2,9
September	2,4	4,0	1,1
October	1,9	0,8	1,0
November	1,2	0,2	0,0
December	1,4	0,3	0,1
Jahr	21,0	21,3	16,1
Winter	17,3	5,5	3,9
Frühling	14,3	14,0	24,8
Sommer	42,3	57,1	58,2
Herbst	26,1	23,4	13,1

2) Diese hat auch Schön in seiner Witterungskunde schon benutzt, aber die Zahl der Gewitter nur während der Sommermonate angegeben.

3) 8jähr. Beob. (1782—89) in den Mannh. Ephemeriden.

4) 6½jähr. Beob. (Jan. 1782—Dec. 1788) in den Mannh. Ephem.

5) 8jähr. Beob. (1782, 1785, 86, 88—92) in den Mannh. Ephem.

dürrer Aeste, der Strom sich ergießenden Regens, das Geh
wilder Thiere, besonders der Affen, die vielleicht durch einen
derstürzenden Baum aus ihrer Schlafstätte geschleudert, viellei
auch beschädigt wurden, das unaufhörliche Krachen und Rol
des Donners mit seinen unendlichen Echos, das wunderliche Lich
welches die hellesten Blitze unter dem Dunkel des schwarzen W
des verbreiteten, dabei die beständige Gefahr, von dürren Ae
oder niederstürzenden Bäumen erschlagen zu werden, alles die
versetzte mich immer in den unbehaglichsten Zustand." 70)

Diese Gewitter und Orcane zeigen sich besonders an gebir
gen Küsten, und selbst kleine Inseln, wie die Antillen, Isle
France und andere, sind ihren Verwüstungen ausgesetzt. An d
Westküste Africa's zeigen sie sich besonders zwischen dem Cap Ve
und Cap de Monte, dagegen zwischen dem weißen Vorgebirge u
dem Palmen-Cap finden sie nicht Statt 71). Es ist mir je
völlig unmöglich, die Zahl der Gewitter und Orcane in versc
denen Gegenden zwischen den Wendekreisen anzugeben.

Weiter nördlich werden auf dem hohen Meere in der Re
der Passate die Gewitter eben so selten seyn, als die Regen, jed
bin ich aus Mangel an Beobachtungen nicht im Stande, etw
über ihre Zahl oder über ihre Vertheilung im Laufe des Jah
zu sagen. Letztere anlangend, so scheinen auf Madeira die G
witter vorzüglich im Winter Statt zu finden, wenigstens erw
Heinecken in seinem mehrfach benutzten Tagebuche öfter ge
terreiche Monate, was im Sommer seltener der Fall ist.

Ich will in dem Folgenden die Vertheilung der Gewi
während des Jahres in verschiedenen Gegenden von Europa m
theilen, muß aber im Voraus bemerken, daß ich diese Dar
lung für sehr unvollkommen halte. So sehr ich mich auch b
müht habe, die Zahl der Gewitter in verschiedenen Gegenden d
Erde zu bestimmen, so ließen mich doch die Quellen, deren i
mich bediente, fast immer im Stiche. In Cotte's Zusamm
stellungen fand ich gar nichts, da er von keinem Orte die Z
der Gewitter anführt, eben so wenig fand ich in den jährlic
Uebersichtstafeln von verschiedenen Orten, welche in den Z

70) Eschwege I. 1.

71) Golberry fragmens II, 300.

ften zerstreut sind. Höchstens wurde hier angeführt, wie Gewitter sich im Jahre ereignet hatten, ohne daß die Zahl in einzelnen Monaten gegeben wurde; aber jene blos jährliche timmung ist von sehr geringem Werthe, da sie höchstens dazu en können, um in Verbindung mit einer größern Zahl von bachtungen in benachbarten Gegenden die größere oder gerin: Häufigkeit dieser Erscheinung in verschiedenen Theilen der e zu bestimmen. Mir blieben daher fast nur die Mannheimer emeriden zur Benutzung übrig [72]), so daß ich nicht im Stande die Zahl der Gewitter auch nur an einem einzigen Orte in land anzugeben.

Um die Vertheilung der Gewitter im Laufe des Jahres zu mmen, werde ich in den folgenden Tafeln dasselbe Verfahren enden, dessen wir uns bei Vergleichung der Regenverhältnisse enten; ich werde nämlich die Zahl aller Gewitter während des res mit 100 bezeichnen und die in den einzelnen Jahreszeiten tt findenden als Procente angeben.

Frankreich und Holland.

Monat	la Rochelle [73])	Middelburg [74])	Brüssel [75])
Januar	1,0	0,0	0,1
Februar	1,2	0,8	0,4
März	0,3	0,5	0,4
April	1,0	0,7	1,2
Mai	1,7	1,8	2,4
Junius	4,0	4,3	4,8
Julius	2,6	4,0	2,2
August	2,3	3,9	2,9
September	2,4	4,0	1,1
October	1,9	0,8	1,0
November	1,2	0,2	0,0
December	1,4	0,3	0,1
Jahr	21,0	21,3	16,1
Winter	17,3	5,5	3,9
Frühling	14,3	14,0	24,8
Sommer	42,3	57,1	58,2
Herbst	26,1	23,4	13,1

) Diese hat auch Schön in seiner Witterungskunde schon benutzt, aber die Zahl der Gewitter nur während der Sommermonate angegeben.

) 8jähr. Beob. (1782—89) in den Mannh. Ephemeriden.

) 6½jähr. Beob. (Jun. 1782—Dec. 1788) in den Mannh. Ephem.

) 8jähr. Beob. (1782, 1785, 86, 88—92) in den Mannh. Ephem.

Wir sehen hieraus, daß an allen diesen Orten im Wi
Gewitter Statt finden, am größten ist die Zahl der Winterge
ter in la Rochelle, kleiner in Middelburg und Brüssel, viell
durch Einwirkung des vorliegenden England. Nehmen wir
Mittel der Aufzeichnungen an diesen Orten, so ist die jährliche
der Gewitter 19,5, und diese sind folgendermaßen vertheilt:

Winter	8,9	Procent
Frühling	17,7	
Sommer	52,5	
Herbst	20,9	

Aus dem Innern von Frankreich fehlt es mir ganz an Aufz
nungen, ich wende mich also zu Deutschland.

Deutschland.

Monat	Giengen [76]	Mannheim [77]	Cuxhaven [78]	Hamburg [79]	Lüneburg [80]	Stuttgart [81]
Januar	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
Februar	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
März	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2	0,2
April	1,4	1,3	2,1	1,0	1,2	1,0
Mai	5,0	2,9	1,8	1,4	3,0	4,2
Junius	4,5	4,2	1,5	1,8	4,2	4,6
Julius	4,8	4,3	2,2	2,8	5,4	5,6
August	3,7	4,9	2,1	1,6	4,1	3,4
September	1,8	1,6	0,8	0,7	1,3	0,8
October	0,2	0,5	0,7	0,4	0,3	0,4
November	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
December	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
Jahr	21,9	20,8	11,5	10,7	20,2	20,6
Winter	1,4	2,8	0,9	3,8	1,7	2,0
Frühling	30,1	21,9	34,8	27,4	21,8	26,2
Sommer	59,4	64,4	50,4	57,5	68,1	66,0
Herbst	9,1	10,9	13,9	11,3	8,4	5,8

76) 12jähr. Beob. von Binder bei Schübler Meteorol. S. 149.

77) 12jähr. Beob. (1781—92) von Hemmer in den Mannh. Ephemeriden.

78) 10jähr. Beob. von Woltmann bei Buek Hamburgs Klima u. Witterung S. 116.

79) Das.

80) 20jähr. Beob. von Ebeling das.

81) Schübler das.

Monat	Augsburg [82])	München [83])	Peißenberg [84])	Regensburg [85])	Würzburg [86])	Tegernsee [87])
Januar	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Februar	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
März	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0
April	2,0	1,8	1,7	1,1	1,0	1,3
Mai	4,4	3,2	3,7	2,2	2,4	3,1
Junius	4,3	4,5	4,9	4,2	3,4	4,6
Julius	5,3	5,4	5,2	4,0	3,4	5,8
August	4,1	5,9	5,3	4,1	2,6	6,1
September	1,3	1,0	1,8	0,8	0,5	1,8
October	0,0	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1
November	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,3
December	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1
Jahr	22,3	22,7	23,0	16,9	13,9	23,2
Winter	2,2	1,1	3,5	0,0	1,2	0,5
Frühling	30,5	22,7	23,9	20,7	25,1	19,1
Sommer	61,4	69,9	67,0	72,9	67,4	70,7
Herbst	5,9	6,3	6,6	6,4	6,3	9,7

Monat	Andex [88])	Erfurt [89])	Berlin [90])	Sagan [91])	Prag [92])	Wien [93])
Januar	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
Februar	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
März	0,8	0,0	0,2	0,7	0,0	0,1
April	2,2	0,5	1,1	1,7	1,2	0,6
Mai	4,3	1,9	2,4	5,1	3,1	1,1
Junius	5,6	3,2	3,8	5,6	3,4	2,0
Julius	6,1	3,5	4,1	6,9	4,1	2,1
August	6,2	3,4	3,6	6,7	4,9	1,8
September	1,8	1,5	1,3	2,2	0,9	0,2
October	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
November	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1
December	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
Jahr	27,1	14,1	17,3	29,3	17,7	8,3
Winter	1,3	0,9	2,2	0,6	0,0	3,6
Frühling	24,3	16,8	21,7	25,6	24,5	21,7
Sommer	66,2	71,7	66,7	65,5	70,4	71,1
Herbst	8,2	10,6	9,4	8,3	5,1	3,6

---

82) 12jähr. Beob. von Stark bei Schübler Meteor. S. 149.
83) 12jähr. Beob. (1781—92) in den Mannh. Ephemeriden.
84) Ebend.
85) 10jähr. Beob. (1781—82, 84—91) in den Mannh. Ephem.
86) 8jähr. Beob. (1781—88) in den Mannh. Ephemeriden. 5jähr. Beob. (1813—17) von Schön in seiner Witterungskunde konnte ich nicht benutzen, da häufig nur gesagt wird: „viele Gewitter."
87) 9jähr. Beob. (1781—89) in den Mannh. Ephem.
88) 12jähr. Beob. 1781—92) in den Mannh. Ephem.
89) 8jähr. Beob. (1781—88) in den Mannh. Ephem.
90) 120jähr. Beob. mitgetheilt von Gronau in Schweigger's Jahrb. N. R. I, 123.
91) 12jähr. Beob. (1781—92) in den Mannh. Ephem.
92) 10jähr. Beob. (1781—87, 89—91) in den Mannh. Ephem.
93) 20jähr. Beob. von Pilgram in Schübler's Meteor. S. 149.

	Mittel
Januar	0,07
Februar	0,08
März	0,23
April	1,34
Mai	3,07
Junius	3,91
Julius	4,50
August	4,14
September	1,23
October	0,23
November	0,11
December	0,12

Im Durchschnitte finden also an einem Orte in Deutschland jä-
lich etwa 19 (genauer 19,03) Gewitter Statt, eben so viel
an der Westküste von Europa in ungefähr gleicher Breite; d
Gewitter zeigen sich vorzugsweise im Sommer, geringer ist d
Zahl im Frühlinge, noch mehr im Herbste und Winter. N
den einzelnen Jahreszeiten sind sie nämlich auf folgende A
vertheilt:

Winter:	1,4	Procent
Frühling:	24,4	—
Sommer:	66,0	—
Herbst:	8,2	—

Obgleich die ganze Zahl aller im Jahre Statt findenden Gew
noch nahe eben so groß ist, als an der Westküste von Europa,
hat die Zahl der Winter- und Herbstgewitter abgenommen, wä
rend die der Frühlings- und Sommergewitter größer gewor
ist. Diese Aenderung wird noch bedeutender, wenn wir i
Innere des alten Continentes gehen. Wir finden hier näm
folgende Verhältnisse:

Inneres des alten Continentes.

Monat	Ofen[1])	Petersburg [2])	Abo[3])	Moscau [4])	Kasan [5])	Nertschinsk [6])	Irkutsk [7])
anuar	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
:bruar	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
lärz	0,3	0,0	0,0	0,0	0	0	0
pril	2,0	0,6	0,0	1,8	0	0,3	0
lai	4,6	1,4	0,4	3,3	1	0,3	1,0
unius	7,2	3,6	2,6	7,7	1	1,3	1,0
ulius	6,6	4,0	4,4	6,3	3	0,2	4,5
ugust	5,1	2,3	2,0	3,1	4	0,5	2,0
eptbr.	2,0	0,2	0,6	0,2	0	0,5	0
ctober	0,2	0,2	0,0	0,0	0	0	0
ovbr.	0,1	0,1	0,0	0,0	0	0	0
ecbr.	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
ahr	28,0	12,4	10,0	22,4	9	3,1	8,5
inter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ühling	24,7	16,1	4,2	22,8	11,1	19,4	11,8
ommer	67,2	79,8	90,0	76,2	88,9	64,5	88,2
erbst	8,1	4,1	5,8	1,0	0,0	16,1	0,0

Im Herbste und Winter sind hier die Gewitter fast ganz ver-
swunden, auch ist ihre Zahl, wie es scheint, kleiner als in
eutschland und Frankreich. Da es mir an hinreichenden Beob-
htungen fehlt, um das Innere von Rußland und Sibirien in
erschiedene Gruppen zu theilen, und in diesen die Verhältnisse
nzeln zu untersuchen, so will ich das Mittel aus den obigen
rößen nehmen. Dadurch erhalten wir

Winter	0,0	Procent
Frühling	15,7	
Sommer	79,3	
Herbst	5,0	

---

1) 11jähr. Beob. (1782—92) in den Mannheimer Ephemeriden.

2) 10jähr. Beob. (1783—92) daselbst.

3) 12jähr. Beob. von Leche in den Abh. der Schwed. Akad. XXV, 285.

4) 9jähr. Beob. (1783—89, 91—92) in den Mannh. Ephem.

5) Beob. von Bronner im J. 1814 bei Erdmann Beiträge zur Kenntniss des Innern von Russland I, 177. Diese dort gegebenen Tage, an denen die Gewitter eintraten, sind auf den neuen Styl reducirt. In den Jahren 1815—17 sind keine Gewitter aufgezeichnet.

6) 6jähr. Beob. (1767—72) von Sachert bei Georgi Reise I, 427.

7) 2jähr. Beob. (1771—72) von Wachsmann das. I, 29.

Es treten also hier mehr als ⅔ der ganzen Zahl jährlicher Gewitter im Sommer ein, dabei zeigt sich vor dem Mai und nach dem September nur selten ein Gewitter.

Zeigen uns die bisher mitgetheilten Größen, daß die Gewitter in Frankreich, Deutschland und Rußland vorzugsweise der heißen Jahreszeit angehören, so sehen wir doch eine successive Aenderung der Verhältnisse. Wir finden nämlich in Procenten der jährlichen Gewitterzahl folgende Größen:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Frankreich	8,9	17,7	52,5	20,9
Deutschland	1,4	24,4	66,0	8,2
Rußland	0,0	15,7	79,3	5,0

Diese Tafel zeigt uns eine Aenderung der Verhältnisse, welche ganz an diejenige erinnert, die wir früher beim Regen kennen lernten. Eben so wie das Uebergewicht der Sommerregen über die Winterregen mit der Entfernung vom atlantischen Meere zunahm, so sehen wir auch hier die Zahl der Wintergewitter regelmäßig kleiner, die der Sommergewitter regelmäßig größer werden. Diesen Gegensatz zwischen Winter- und Sommerregen, den uns kein Theil von Europa so auffallend zeigte, als Scandinavien, finden wir auch bei den Gewittern wieder.

Scandinavien.

Monat	Bergen[8])	Söndmör[9])	Sphdberg[10])	Stockholm[11])	Skara[12])
nuar	1,3	0,2	0,0	0,0	0,1
bruar	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0
ärz	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
ril	0,2	0,2	0,0	0,2	0,0
ai	0,0	0,1	0,7	0,8	0,9
nius	0,2	0,3	2,7	1,9	2,0
lius	0,8	0,5	2,3	2,4	3,8
gust	1,0	0,1	1,7	3,6	1,9
ptember	0,5	0,1	0,3	0,7	0,4
tober	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
vember	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0
ecember	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
hr	5,8	3,9	7,7	9,3	9,2
inter	44,8	35,6	0,0	0,0	0,1
ühling	5,2	8,9	8,7	10,8	10,4
ommer	34,5	22,2	86,9	81,7	83,5
rbst	15,5	33,3	4,4	7,5	5,9

So wie in Bergen die Winterregen das Uebergewicht über e Sommerregen hatten[13]), so finden wir sowohl hier als in öndmör in Bergen's-Stift vorherrschende Wintergewitter, aber och in Norwegen finden wir tiefer landeinwärts dieselben Ver- ältnisse, welche wir erst in Rußland erhielten, und Stockholm ebst Skara zeigen uns dasselbe Uebergewicht der Sommergewitter. eber diese Wintergewitter an der Westküste von Norwegen, be- nders in Bergen's-Stift, haben uns Ström, Arentz und ertzberg interessante Nachrichten mitgetheilt. Diese Gewitter ntstehen eben sowohl nach einem starken Froste, der einige Wo- en gedauert hat, als nach langem Thauwetter, milder Luft, arkem Regen und Südwind, in beiden Fällen aber kommen sie

8) 7jähr. Beob. von Bohr im Magazin for Naturvid. 1823 Heft III. und 1826 Heft II. Einzelne Monate, welche fehlen, sind bei Herleitung des Mittels berücksichtigt.

9) 12jähr Beob. von Ström in Skrifter Danske Vidensk. Selsk. XI, 410.

10) 3jähr. Beob. (1784—86) in den Mannh. Ephem.

11) 10jähr. Beob. (1783—92) das.

12) 25jähr. Beob. (1754—78) von Bjerkander in den Abh. der Schwed. Akad. 1775 S. 184, u. 1779 S. 220.

13) Bd. I. S. 466.

constant aus W und NW; ja Ström bemerkt, daß man stets auf ein Gewitter rechnen könne, wenn der Wind schnell aus SW nach W oder NW gehe [14]). Diese Gewitter sind stark auf den Inseln, welche dem freien Meere am nächsten liegen, schwächer sind sie schon im Innern der Fiorde, und nach Ström's Bemerkungen sind sie im Lande unbekannt, was auch die Aufzeichnungen von Wilse zu Spydberg beweisen. L. v. Buch, welcher auf seiner Reise mehrere Nachrichten über diese Gewitter einzog, glaubt, daß an dieser Küste keine Gewitter im Sommer vorhanden wären [15]), was aber durch die oben mitgetheilten Tafeln widerlegt wird. Damit stimmen auch die Bemerkungen von Arentz überein, indem nach sechsjährigen Beobachtungen zu Bergen und Drontheim am ersten Orte 8 Gewitter im Julius und 3 im August, am letztern 9 im Julius und 4 im August eintrafen.

Die Wintergewitter scheinen überhaupt vorzugsweise an steil aufsteigenden Küsten häufiger zu seyn. So sind in Island Donner und Blitz am häufigsten im Winter; auf den Färöern finden die Gewitter nur im Winter bei starkem Sturme Statt. Dasselbe gilt von den Hebriden [16]) und den shetländischen Inseln [17]). Auch an der Westküste von Nord-America, wie in Sitcha, zeigen sich die Gewitter vorzugsweise im Winter, besonders im December und Januar [18]). Dasselbe scheint vom Ostwinde des adriatischen Meeres zu gelten, wenigstens erzählt Hietzinger, daß die Gewitter im Wellebith-Gebirge und in der Licca im Winter weit zahlreicher und gefährlicher seyen, als im Sommer [19]).

Die Zahl der Gewitter ist in Scandinavien weit kleiner als in Deutschland und Frankreich, eben dieses war auch in Sibirien der Fall. Je weiter wir nach Norden gehen, desto kleiner scheint auch die Zahl der Gewitter zu werden. So hat Gisecke, welcher sich 6 Jahre auf Grönland in einer Breite von 70° aufhielt,

14) Gilbert's Annalen XXIX, 410.

15) Ebend. XXV, 308.

16) Edinb. New Phil. Journ. Octbr. 1827. p. 147.

17) Ibid. April 1827. p. 118.

18) Langsdorf Reise II, 88.

19) Hietzinger Statistik der k. k. Militärgränze I, 111.

iefer ganzen Zeit nur ein einziges Gewitter bemerkt [20]). Und
; dasselbe haben uns auch andere Reisende aus höhern Breiten
htet.

Es bleibt uns in Europa nur noch die Gruppe des mittel-
ischen Meeres übrig, jedoch konnte ich auch hier nur wenige
bachtungen erhalten:

Nordrand des mittelländischen Meeres.

Monat	Marseille [21])	Rom [22])	Padua [23])	Janina [24])
Januar	0,0	1,1	0,1	1,2
Februar	0,4	1,6	0,5	1,6
März	0,2	1,7	1,2	1,6
April	0,2	1,6	2,7	3,1
Mai	0,7	3,8	5,3	7,4
Junius	1,2	5,3	8,5	5,8
Julius	1,0	3,7	9,5	6,6
August	1,8	5,8	7,9	5,2
September	1,7	6,4	3,6	3,1
October	1,3	5,4	1,8	3,7
November	0,4	3,9	0,8	3,1
December	0,3	2,1	0,2	2,6
Jahr	9,3	42,4	41,9	45,0
Winter	8,4	11,2	1,8	12,0
Frühling	11,8	16,8	21,7	26,9
Sommer	42,9	34,9	61,8	39,1
Herbst	36,9	37,1	14,7	22,0

rseille und Rom, Orte an denen wir vorzugsweise Winter-
Herbstregen fanden, haben im Sommer verhältnißmäßig
ig Gewitter, und ganz dasselbe gilt von Janina. In Padua,
sich die Regenverhältnisse denen von Deutschland näherten,
en wir auch eine ähnliche Vertheilung der Gewitter, und wir
nnen also auch in Italien wieder die große Uebereinstimmung
Gange beider Phänomene.

Wie die Vertheilung der Gewitter in den übrigen Welttheilen
baffen sey, ist mir unbekannt.

) Humboldt Voyage VII, 426.

) 9jähr. Beob. (1883—89, 91—92) in den Mannh. Ephem.

) 11jähr. Beob. (1782—92) daselbst.

) 12jähr. Beob. (1781—92) daselbst.

) 10jähr. Beob. (1806—15) von Pouqueville in Ann. de c
mie XLII, 410.

Alle Erfahrungen, welche bisher über die Entstehung der Gewitter gesammelt sind, zeigen, daß der Niederschlag schnell erfolgen müsse, wenn sie sich vollständig ausbilden sollen. Wollen wir aber die einzelnen Erscheinungen, welche dabei Statt finden näher verfolgen, so müssen wir für unsere Gegenden die Sommer- und Wintergewitter einzeln betrachten. Ich will hier mit ersteren anfangen.

Zur vollständigen Ausbildung eines Gewitters im Sommer ist in unsern Gegenden eine große Ruhe der Atmosphäre, ein mehr oder weniger feuchter Boden und heiteres Wetter erforderlich. Diese Ruhe aber scheint sich nicht bis zur Gränze der Atmosphäre zu erstrecken. Das meistens Statt findende langsame Sinken des Barometers deutet darauf, daß in den obern Schichten ein Abfließen der Luft Statt finde; der Stand des Barometers, welcher meistens unter dem Mittel liegt, macht es wahrscheinlich, daß in den obern Regionen südliche Winde wehen [25]). Dieses Vorherrschen eines Windes in den obern Regionen der Atmosphäre, während unten noch Windstille vorhanden ist, scheint auch durch den Umstand bestätigt zu werden, daß die Gewitter und Orcane sich zwischen den Wendekreisen besonders dann zeigen, wenn die Moussons wechseln, wenn also der folgende Mousson bereits in den obern Schichten herrscht, sich aber noch nicht bis zur Oberfläche der Erde herabgesenkt hat.

Unter diesen Umständen erhalten die Dämpfe und Luftmassen der untern Regionen eine sehr große Steigkraft; diese wird erhöht, wenn der Himmel nicht, wie oben angenommen wurde, ganz heiter ist, sondern wenn der Boden durch große Wolkenflecken erwärmt wird, indem der Gegensatz in der Temperatur zwischen den erleuchteten und beschatteten Theilen der Atmosphäre die Geschwindigkeit des Aufsteigens noch vergrößert. Vermöge dieser erlangten Geschwindigkeit bewegen sich die Luftmassen höher, als es der Zustand des Gleichgewichts erfordert, und da der Druck der Dämpfe mit der Höhe schneller abzunehmen scheint, als es die Temperatur erfordert [26]), so wird ein Theil der Dämpfe condensirt, es zeigen sich Cirri, welche, sich immer weiter aus-

25) Dove in Poggendorff's Annalen XIII, 423.
26) Bd. I. S. 342.

nd, dem Himmel ein weißliches Ansehen geben. Der Nieder-
lag nimmt immer mehr zu, je länger dieser Vorgang dauert,
dem späterhin die Nebelbläschen und Schneetheilchen der Cirri
n dem aufsteigenden Luftstrome mechanisch in die Höhe ge-
en werden.

Dieser Vorgang, welcher sich fast bei allen Gewittern zeigt,
t große Wärme und Dampfgehalt der Atmosphäre voraus,
d daher finden wir ihn auch nur bei den Gewittern der warmen
hreszeit, und völlig abweichend von dem in der Folge zu be-
chtenden bei den Wintergewittern. In Betreff der völligen
sbildung des Gewitters müssen wir hier aber nach meiner An-
t noch zwei Fälle unterscheiden, welche einen wesentlich ver-
iedenen Einfluß auf die folgende Witterung haben, und welche
n am besten aus dem Stande des Barometers nach dem Ge-
ter erkennen kann; Gewitter nämlich, nach denen das Baro-
ter noch fortdauernd sinkt, und solche, nach denen es steigt.

Sinkt das Barometer, dessen Gang nur zu der Zeit gestört
rde, als das Gewitter dem Zenith nahe war, noch fort-
uernd, so ist in dem allgemeinen Verhalten der Atmosphäre
hts geändert, das ganze Phänomen ein locales. Durch die auf-
genden Massen war die Vertheilung der Wärme und Dämpfe
der Höhe anders geworden, als es das stabile Gleichgewicht der
nosphäre erforderte, wie dieses namentlich aus den früher er-
hnten Untersuchungen von **Brandes** über die Strahlen-
chung hervorgeht. Durch diesen Vorgang wurde das Gleich-
icht der Atmosphäre immer labiler, es bedurfte nur einer ge-
gen äußern Kraft, um dasselbe gänzlich zu stören. Die Zahl
Ursachen aber, welche dieses Gleichgewicht aufheben konnten,
ehr groß. Der Südwind durfte nur an einer Stelle etwas
after wehen, der aufsteigende Luftstrom in einer Gegend stär-
seyn, als in der benachbarten u. s. w. Wird auf diese Art
Gleichgewicht gestört, so stürzen kältere Luftmassen in die
e, es erfolgt schnelle Condensation, die Temperaturdifferenzen
enachbarten Gegenden vermehren diese Bewegungen und er-
tern dadurch den Niederschlag. Nach Gewittern dieser Art
das Wetter meistens wieder heiter, die Temperatur der Luft
t unverändert, und der Vorgang wiederholt sich oft meh-
Tage.

Eine zweite Klasse von Gewittern hat eine Zunahme des Luftdruckes zur Folge. Diese entstehen aus einer Vermischung der Luftschichten von ungleicher Temperatur, es sind schnell gebildete Regen, bei welcher der Wind sich von S nach W und N dreht. Auf diese Gewitter folgt ein schnelles Steigen des Barometers, der Wind hat sich nach N gedreht, die Temperatur hat abgenommen, und längere Zeit herrscht dann im Sommer kaltes und nasses Wetter [27]. Die meisten Gewitter entstehen auf diese zweite Art, und darin müssen wir auch die Ursache der häufig erwähnten Thatsache suchen, daß die Gewitter in unsern Gegenden vorzugsweise aus dem südwestlichen Theile des Horizontes kommen. Auf ein solches Gewitter folgt meistens kein zweites, während die Gewitter der ersten Klasse sich mehrere Tage auf dieselbe Art wiederholen. Die Landleute kennen diese beiden Klassen von Gewittern sehr gut; hat sich das Wetter abgekühlt, dann haben die Gewitter ein Ende, ist dieses nicht der Fall, so rechnen sie auf ihre Rückkehr.

Indem die Dämpfe aufsteigen, treten sie in electrischen Gegensatz gegen die Oberfläche der Erde, sie führen + E in die Höhe, während der Boden — E behält. Erfolgt nun ein Niederschlag, so wird die + E des Dampfes frei, sie zerstreut sich, wenn die Luft sehr feucht ist und der Niederschlag langsam erfolgt. So wie aber dieser Niederschlag schnell vor sich geht, dann tritt die + E der Wolken sehr lebhaft auf, sie scheint vorzugsweise an der Oberfläche angehäuft, aber auch jedes Bläschen besitzt wahrscheinlich seine eigenthümliche electrische Atmosphäre.

Bei diesem Vorgange bilden sich in der Tiefe mit unglaublicher Schnelligkeit Cumuli, welche in Cumulostrati und die eigentlichen Gewitterwolken übergehen; geschieht diese Bildung in der Nähe des Zeniths, so steigt das Barometer meistens um einige Zehntel Linien. Indem ein Theil der Atmosphäre beschattet wird, sinkt die Temperatur dort sehr schnell, diese Depression scheint noch befördert zu werden durch kalte Luftmassen, welche aus der Höhe in die Tiefe stürzen, das Thermometer sinkt sehr schnell, was man bei den meisten Gewittern in unsern Gegenden wahrnehmen kann, und was auch Winterbottom von den Orcanen

27) Dove in Poggendorff's Annalen XIII, 423.

frica bemerkt. Diese Temperaturdifferenzen erzeugen nothwen-
g heftige Bewegungen der Luftmassen, kalte Ströme stürzen
it unglaublicher Schnelligkeit in die Tiefe, während oben die
ufsteigenden Luftmassen gegen den Ort der Gewitterwolken eilen.
ene herabstürzenden Luftmassen sind Ursache der Gewitterstürme,
elche nach allen Seiten aus den Wolken wehen [28]), aber so hef-
g diese Stürme und Orcane sind, so dauern sie doch in unsern
egenden eben so wie zwischen den Wendekreisen nur kurze Zeit,
nd diese kurze Dauer ist ein hinreichender Beweis, daß der Raum,
er welchem sich der Wind erstreckt, nur klein ist [29]).

Diese entgegengesetzten Luftströme kann man fast bei jedem
ewitter beobachten. Wenn die Wolken sich anhäufen, so sieht
an, daß kleine Wolkenstücke sich mit Schnelligkeit gegen die
auptmasse bewegen, in der Tiefe entfernen sich nicht selten
en solche Stücke von ihr. Man hat diese Bewegungen mei-
ens aus electrischen Anziehungen und Abstoßungen hergeleitet,
ir aber scheint es viel wahrscheinlicher, daß die erwähnten Luft-
röme Ursache dieser Bewegungen sind. Eben diese Ströme be-
ngen die Fortsetzung des ganzen Prozesses: indem sie in jedem
Momente warme und feuchte Luftmassen gegen die Region der
Wolken führen, werden die angekommenen Luftmassen sogleich
ondensirt, die Electricität dadurch stärker, das Herabfallen des
egens erleichtert.

Diese erwähnten Luftströme sind Ursache einer andern Er-
heinung. Man sieht nämlich nicht selten mehrere einzelne Ge-
itter über dem Horizonte entstehen, die sich in kurzer Zeit und
ir schnell vereinigen, sey es nun, daß eine wirkliche Annähe-
ng beider Wolkenmassen Statt findet, oder sey es, daß ihre
erbindung durch Wolken geschieht, welche sich zwischen ihnen
it gebildet haben. Denken wir beide Gewitter von kugelförmi-
r Gestalt und in gleicher Höhe über den Boden schwebend, so
ht von der Mitte aus ein heftiger Luftstrom nach allen Richtun-
n, in dem Zwischenraume beider Massen heben sich die entgegen-
setzten Ströme auf, eben daselbst ist das Zufließen wärmerer
ftmassen unbedeutend, diese drängen mehr auf die Theile der

28) Bd. I. S. 211.
29) Ebend. S. 149.

Wolken, welche am weitesten von einander entfernt sind. ungleiche Drang der Wolken gegen einander hat eine eben Annäherung der Wolken zur Folge, als wir bei zwei klein der Oberfläche von Wasser schwimmenden Körpern sehen, sich durch Einwirkung der Capillarität gegen einander be wofern sie nur beide vom Wasser befeuchtet werden.

Der bisher beschriebene Vorgang ergiebt sich ganz a Gesetzen, die uns die Versuche über das Verhalten der ela Flüssigkeiten in Beziehung auf ihr mechanisches Verhalten Aenderung des Aggregatzustandes gelehrt haben. Wir ha bei nicht auf die Electricität als wirkende Ursache Rücksicht men. Es geschah dieses deshalb, weil mir kein einzig bekannt ist, wo die Electricität auf Aenderung des Aggrega des Einfluß hätte, so lange als sie blos durch ihre S wirkt. Erst dann, wenn electrische Ströme Statt finden, diese nun anhaltend seyn, wie bei der electrischen Säul momentan, wie bei der geladenen Flasche, kann die El nicht blos die chemische Zusammensetzung, sondern auch gregatform der Körper ändern. Soll aber einer dieser Statt finden, dann muß die Electricität schon so angehä daß eine Entladung Statt finden kann; ehe also der er überspringen kann, muß bereits das Gewitter fertig seyn. wir das Gesagte anders aus, so kommen wir zu dem Sa

> Das Gewitter wird nicht durch die Ele gebildet, die dabei auftretende Electri nur Folge des Gewitters[30]),

einem Satze, welcher freilich mit der ziemlich allgemein den Ansicht in Widerspruch steht.

Die Electricität, welche die eben gebildete Ge hat, ist positiv, aber meistens sind in der Höhe Cir Tiefe Cumulostrati und Nimbi, nicht selten lassen sich zwei, drei und mehr Schichten unterscheiden. Indem Massen vertheilend auf einander einwirken, entsteht Verwickelung in der Stärke der Electricität, daß es ka

30) Ich hatte diesen Satz schon entwickelt, ehe mir die äh von Schübler (Meteorol. S. 150) bekannt war.

hierüber etwas Allgemeines zu sagen, nur so viel ist gewiß,
ß die negative Electricität des Bodens und die positive der höch-
t Wolkenschicht Ursache sind, daß jede Wolke auf der untern
ite eine stärkere positive Electricität hat, als auf der obern; ja
die tiefsten Wolkenschichten in Vergleich mit den obern klein,
hat ihre obere Seite vielleicht negative Electricität. Diese Ver-
elung der Verhältnisse ist Ursache, daß das Electrometer kurz
dem Ausbruche des Gewitters so vielen Schwankungen unter-
fen ist, je nachdem bald eine stärker, bald eine schwächer
risirte Wolke durchs Zenith geht.

Endlich folgt die erste Explosion, es stürzt Regen herab und
t ändert sich die Stärke der Electricität; war sie vor jenem
ungewöhnlich stark, so ist sie nach ihm schwächer [31]). Aber
e Explosion selbst liegt die Ursache zu einer neuen Entwickelung
Electricität. Wir wissen aus den Versuchen, welche Kin-
ley und mehrere Andere angestellt haben, daß die Luft
einen electrischen Schlag heftig ausgedehnt werde, der
rzeugt in dem Raume, welchen er durchläuft, eine plötzliche
nnung und darauf nothwendig folgende Verdichtung der
Die heftigen Bewegungen vereinigen nicht blos Nebelbläs-
Tropfen, sie condensiren auch Dampf, welcher noch im
en Zustande war.

Indem die Regentropfen zur Erde gelangen, bringt jeder
en seine eigene Electricität mit, die er der Wolke genom-
atte. Dabei kann es geschehen, daß die Tropfen ihre
tität so lebhaft ausströmen, daß sie leuchtend werden. Bei
Gewitter, welches den 26sten October 1824 Abends über
der in Würtemberg hinzog, waren die fallenden Regen-
leuchtend, es schien Feuer zu regnen; die auf die Erde
mende Electricität war so bedeutend, daß Personen,
während dieses Regens über Feld nach Hause gingen, ihre
wechselseitig leuchten sahen [32]).

r weitere Vorgang bei den Gewitter ist so mannichfach und
licirt, der Beobachter an dem Boden ist so wenig im Stande,

---

umboldt Voyage VI, 176. XI, 21.

chübler Meteor. S. 153. Ueber das Leuchten der Haare s. spä-
as St. Elmsfeuer. Auch Kastner sah leuchtende Regen. Me-
l. III, 503.

durch in die Tiefe stürzende Luftmassen aufgehoben wird, sch
vorzüglich zwischen den Wendekreisen, wo das Phänomen lan
Zeit hindurch täglich auf dieselbe Art wiederkehrt, Statt zu find
aber auch in höhern Breiten zeigt sich unter geeigneten Umstän
dieselbe Erscheinung. Namentlich gehört hieher die von Volta
obachtete Periodicität der Gewitter[35]). Er fand nämlich in den
birgen am Comer-See eine Neigung der Gewitter, mehrere T
hindurch zu derselben Tagesstunde und in demselben Thale wieder
erscheinen. Hatte sich in einem Thale ein Gewitter etwa um
Mittagsstunde gebildet, und war dieses nach einiger Zeit mit od
ohne Platzregen wieder verschwunden, so daß sich noch an dems
ben Abend der heitere Himmel wieder zeigte und auch noch am fol
genden Morgen fortdauerte, so konnte man sicher darauf rechnen,
daß sich gegen Mittag des folgenden Tages ein neues Gewitter
eben diesem Thale bildete. Dieser Vorgang wiederholt sich
lange, bis endlich ein Wind oder eine andere bedeutende Veränd
rung der Atmosphäre hinzukommt, wodurch diese Neigung
Wiedererzeugung der Gewitter gestört wird. Eine nähere Be
achtung dieser Thatsache zeigte ferner, daß der Vorgang nicht
localen Umständen abhinge, so daß ein gewisses Thal oder e
gewisse Bergschlucht geschickter zur Erzeugung von Gewitter
wäre; nach einiger Zeit, wo eine ähnliche periodische Gewitterbi
dung eintritt, ist es vielleicht ein anderes Thal, in welchem sich
erstes Gewitter zeigt, welches der Anfang einer solchen Period
wird. Wir dürfen daher die Ursache nicht in bestimmten Local
täten oder in einer periodischen Wiederkehr der Winde suchen
vielmehr glaubt Volta, die Ursache liege in einer von de
Gewitter des vorhergehenden Tages herrührenden Modification
der darüber schwebenden Luftsäule, welche selbst nach der wiede
eingetretenen Aufheiterung noch einen ganzen Tag fortdauer
Diese Modification soll nun theils in einem eigenthümlichen und
dauernden electrischen Zustande der Luftsäule, theils in einer be
deutenden Depression der Temperatur liegen. Indem die electrisi
ten Regentropfen herabstürzen, erhält die Luft Electricität, welch

35) Sul Periodo de' temporali in Volta Opere I, II, 489. Ur
sprünglich in Giornale di Fisica, Chimica u. s. w. X, 17. Daraus
Ann. de chimie IV, 241. Schweigger's Jahrb. XIX, 262.

bei ihrer schlechten Leitung lange Zeit beibehält. Der vom vor- gehenden Regen durchnäßte Boden verdunstet bei der lebhaften ... wirkung der Sonne sehr schnell, und diese Dämpfe werden in ... Höhe eben so niedergeschlagen, als diejenigen, welche aus be... hbarten Gegenden in der Höhe gegen diese kalte Luftsäule strö... n, so daß also das Gewitter wiederkehrt. Configliachi be... rkt in einem Zusatze zu Volta's Abhandlung [36]), daß er an ... tern Tagen die electrische Spannung an den Orten, wo sich am ... igen Tage ein Gewitter aufgehalten hatte, viel stärker gefun... habe, als gewöhnlich, wovon aber die Ursache nach meiner ... sicht vorzüglich in der schnellen Verdunstung liegt, gerade so ... Beccaria bemerkte, daß die positive Electricität der Luft ... onders dann stark war, wenn es nach Regenwetter wieder hei... wurde [37]). Configliachi erwähnt, daß seine eigenen Er... rungen ganz diese Behauptung Volta's bestätigt hätten. ...s Thal oberhalb Lemna und Molina, unweit der Villa Pliniana, ...lches sich in Verbindung mit andern zu der Ebene von Tuvano ...dehnt, beherbergte im Jahre 1814 vierzehn Tage hindurch ...n so viele Gewitter in seinem Schooße; jeden Tag entstand da... ...st um dieselbe Stunde der Mittagszeit die erste Wolke, welche ... um den Punkt ihrer Entstehung herum ausbreitete und nach ...igen Explosionen und etwas Regen wieder verschwand. Wäre ...t endlich von den Bergen des gegenüber liegenden Thales In... ...io her ein weit stärkeres Gewitter entstanden, welches durch ... bald darauf folgenden heftigen Wind jene früheren zerstreute, ... würden die periodischen Gewitter noch lange gedauert haben.

Es werden hier also nach den Erfahrungen der gedachten ...obachter Gewitter der ersten Klasse durch Gewitter der zweiten ...sse verdrängt, sie kehren so lange wieder, bis eine stärkere ...ehung des Windes endlich dem Wetter einen andern Charakter ...t. Diese Periodicität der Gewitter läßt sich auch in andern ...zenden nachweisen, wie dieses Günther für die Gebirgs... ...enden am Rheine, namentlich für das Siebengebirge, gethan [38]). Auch auf den Ebenen läßt sich ein ähnlicher Vorgang

...) Volta Opere I, II, 504. Schweigger Jahrb. XIX, 279.
...) S. oben S. 417.
...) Schweigger's Jahrb. XXI, 106.

wahrnehmen. So lange das Barometer keine größere Veränderung im Zustande der Atmosphäre zeigte, habe ich in Halle häufig bemerkt, daß mehrere Tage hindurch zu derselben Stunde Gewitter oder Regenschauer entstanden [39]).

Ganz vorzüglich häufig sind die Gewitter in Gebirgsgegenden, und die oben mitgetheilten Tafeln für Padua zeigen die größere Häufigkeit der Gewitter an diesem Orte, und dasselbe bemerkt man am ganzen Nordrande der lombardischen Ebene, so wie in andern Gebirgsgegenden. Nicht selten sieht man hier über einer Bergspitze, über einem Thale eine Wolke, welche mit unglaublicher Schnelligkeit an Umfang gewinnt und dann explodirt. Die aufsteigenden Ströme, welche hier weit lebhafter sind, als auf den Ebenen, die partiellen Ströme in einzelnen Thälern und Schluchten sind Ursache einer schnellen Condensation, welche besonders dann leicht möglich ist, wenn ein vorherrschender Wind gerade gegen die Bergkette weht und die Dämpfe in die Höhe treibt. Andere Physiker haben diese Gewitter aus einer eigenthümlichen Electricität der Erde abgeleitet, wie dieses neuerdings noch Matteucci gethan hat [40]). Soll nämlich die durch Verdunstung und Vegetationsprozeß entstandene eigenthümliche Electricität der Erde nicht wieder verschwinden, so muß sie in schlechten Leitern angehäuft seyn, und zu diesen gehören die Gebirge; späterhin sucht dann diese Electricität einen Ausweg, und so bilden sich die Gewitter. Ich glaube jedoch, der von mir angegebene Prozeß sey der naturgemäßere.

Gebirge zeigen in Beziehung auf die Gewitter noch eine andere Erscheinung, welche man in den Ebenen nicht wahrnimmt. Nicht selten nämlich findet man, daß ein Gewitter, welches sich in einem Thale auf einer Ebene bildete und von dem herrschenden Winde gegen einen Bergkamm getrieben wird, hier plötzlich stehen bleibt, dann nach einer ganz andern Richtung fortzieht oder auch sich mehrfach theilt, worauf die einzelnen Stücke sich nach verschiedenen Richtungen bewegen. Solche Punkte heißen Wetterscheiden, und Schübler hat in verschiedenen Abhandlungen deren

39) Vgl. Bd. I. S. 398.

40) Bibl. univ. XLII, 8.

Da die Gewitter nach dem früher Gesagten nur plötzlich ent-
ındene Regen sind, da sie meistens dann sich zeigen, wenn der
ind sich von Süden nach Norden dreht, so ist einleuchtend, daß
: meisten Gewitter aus dem südwestlichen Theile des Horizontes
mmen werden. Im Jahre 1820 forderte die naturforschende
esellschaft zu Halle die Meteorologen in Deutschland auf, genaue
eobachtungen über den Zug der Gewitter anzustellen, und bald dar-
f wurden einige von den Resultaten aus den eingelaufenen Tage-
chern mitgetheilt [43]). Mehrere Jahre, nachdem jene Bemer-
ngen bekannt gemacht waren, wurde ich Mitglied der gedachten
esellschaft, und ich habe einige Jahrgänge der Beobachtungen
her verglichen, muß aber gestehen, daß ich mich in Betreff der
lgerungen, namentlich in Betreff des Zuges und der Schnel-
keit der Gewitter, nicht von den gegebenen Behauptungen habe
erzeugen können.

Die Bestimmung der Richtung, nach welcher die Gewitter
hen, ist viel schwieriger als sie auf den ersten Anblick zu seyn
eint. Nur wenn das Gewitter fast durch das Zenith des Beob-
hters geht, kann er mit Genauigkeit seinen Zug angeben, aber
ich schon in diesem Falle ist die Zahl der Täuschungen wegen der
len in der Wolke vor sich gehenden Umbildungen sehr groß.
ch schwieriger wird es, die Richtung von Gewittern zu bestim-
n, welche in der Nähe des Horizontes Statt finden; nach den
annten Regeln der Perspective kann man sich hier in der Be-
nmung der Richtung um 60° irren, und Angaben, wie „das
witter zog von SW nach SO" heißen nur, das Gewitter be-
ıd sich südlich vom Standpunkte des Beobachters.

---

3) Schweigger's Jahrb. N. R. VII, 5. Eine ausführliche Ver-
folgung einzelner Gewitter gehört nicht hieher. Ich werde die Resultate
mehrerer Jahrgänge sobald als möglich an einem andern Orte im Detail
mittheilen, wiederhole aber hier zugleich die Bitte an alle Beobachter,
ihre Aufzeichnungen vom Jahre 1821 an, entweder an mich oder an die
hiesige naturforschende Gesellschaft zu schicken. Uebrigens bemerke ich
noch, daß die dort mitgetheilten Sätze nicht, wie in vielen Schriften
erwähnt wird, vom Herrn Hofrath Keferstein herrühren, sie sind
vorzüglich vom Herrn Inspector Bullmann (Secretär der Gesell-
schaft) und Herrn Prof. Schweigger aufgestellt. Jener theilte sie
nur im Jahresberichte während einer Krankheit des Secretärs mit.

Das sicherste Verfahren, diesen Zug mit Genauigkeit zu erfahren, würde seyn, wenn sich mehrere Beobachter vereinigten und Richtung und Zug der Gewitter nach ihren Wahrnehmungen genau aufzeichneten. Soll diese Vergleichung aber ein gutes Resultat geben, und sollen namentlich alle möglichen Täuschungen ganz entfernt werden, so müssen die Beobachter so nahe an einander wohnen, daß der eine ein ankommendes Gewitter noch zu Zeiten beobachten kann, wo es nicht aus dem Gesichtskreise des andern verschwunden ist. Und selbst in diesem Falle sind noch in Beziehung auf die Geschwindigkeit des Gewitters Fehlschlüsse möglich. Warum sollen sich nicht an verschiedenen Orten zugleich Gewitter bilden? Ist dieses aber der Fall, so wird man sich schon sehr irren, und noch mehr ist dieses dann möglich, wenn die nächsten Beobachtungsorte, so wie bei denen der naturforschenden Gesellschaft, 20 und mehr Meilen von einander entfernt sind.

Wegen dieser Möglichkeit, daß die Gewitter fast gleichzeitig an verschiedenen Orten entstehen, sind mir die Angaben über Geschwindigkeit einzelner Gewitter sehr verdächtig. Im Würtembergischen, wo noch eine große Menge von Beobachtern auf einem verhältnißmäßig kleinen Raume vereinigt war, legen schnellziehende Gewitter in der Stunde einen Weg von 8 bis 15 ... 24 geographischen Meilen zurück. Ich will aus den Untersuchungen von Schübler hier nur zwei Fälle mittheilen: das mit Schloßen begleitete Gewitter vom 21sten Mai 1823 war Abends 7½ Uhr in Schwenningen, schadete in vielen Gegenden Würtembergs durch Schloßen und Einschlagen, um 10 Uhr war es 18 Meilen östlicher in Giengen, und nach Mitternacht zwischen 1 und 2 ... 20 Meilen östlicher in Regensburg, es legte daher zwischen Schwenningen und Giengen im Mittel in einer Stunde 7 geographische Meilen, und von da bis Regensburg in der Stunde 6½ Meilen zurück. Das durch viele Schloßen und Wolkenbrüche ausgezeichnete Gewitter am 19ten Mai desselben Jahres hatte einen schnellern Gang und war auch in mehreren Gegenden mit Sturm aus W begleitet, es zog Abends 6 Uhr mit vielem Regen über Schwenningen und verheerte um 7 Uhr nordöstlicher auf den Fildern die Umgebungen von Birkach, Bernhausen und Neuhausen. An demselben Abend um 10 Uhr zerstörte ein Gewitter durch Schloßen und Ueberschwemmungen 90 geographische Meilen

ier das Städtchen Bellusch in Ungern. Sollte dieses dasselbe
witter gewesen seyn, so würde es eine Geschwindigkeit von
Meilen gehabt haben. Sollte es jedoch ein früheres Gewitter
vesen seyn, welches Nachmittags $1\frac{1}{4}$ Uhr desselben Tages mit
hloßen über Giengen zog, so würde dieses eine Geschwindigkeit
ı $8\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde geben [44]).

Schon diese letztere Thatsache, daß wir nicht wissen, ob die
schwindigkeit $8\frac{1}{2}$ oder 25 Meilen betragen habe, zeigt, wie
:sichtig wir mit unsern Folgerungen in Betreff dieses Gegenstan-
s seyn müssen. Dazu kommt, daß sich nach den handschrift-
ıen Mittheilungen die Gewitter an diesen beiden Tagen, an
dern Orten zu solchen Zeiten zeigten, daß wir kaum annehmen
rfen, daß dasselbe Gewitter an allen diesen Orten gewesen sey.
s fand nämlich Statt am 19ten Mai um 5 Uhr in Coblenz, Halle
d Chemnitz, um 6 Uhr in Potsdam, um 7 Uhr und später um
Uhr in Guben, in Halberstadt wird Abends Wetterleuchten er-
ihnt. Am 21sten Mai war das Gewitter um 1 Uhr, 5 Uhr
d 7 Uhr in Werben, um 1 Uhr und 7 Uhr in Erfurt, um 2
id 9 Uhr in Halle, um 3 Uhr und 5 Uhr in Potsdam, um
Uhr in Chemnitz, um $8\frac{1}{4}$ Uhr in Guben, um 9 Uhr in Dres-
n und um $6\frac{3}{4}$ Uhr in Marienberg in Preußen. Also auch hier
eder jedenfalls lauter einzelne Gewitter. Wie schnell sich diese
t gleichzeitig an verschiedenen Orten bilden, davon noch folgen-
s Beispiel: Der 11te Junius 1827 zeichnete sich nach den
ndschriftlichen Mittheilungen bei der hiesigen naturforschenden
:sellschaft allenthalben durch schwüle, drückende Hitze aus. Um
Uhr zeigte sich bei Halle ein Regenschauer mit wenigen Blitz-
lägen, nach $7\frac{1}{2}$ Uhr ein heftiges Gewitter, welches bis 10 Uhr
ıerte. An eben diesem Tage war in Guben ein Gewitter von $2\frac{1}{2}$
$5\frac{1}{4}$ Uhr, in Potsdam von 4 bis 6 Uhr, in Werben um 4 Uhr;
llte man annehmen, daß dieses ein und dasselbe fortziehende
witter gewesen sey, so würde man eine ungeheure Geschwindig-
: erhalten. Das zweite Gewitter zeigte sich in Braunschweig
$8\frac{1}{2}$ Uhr, in Naumburg nach 7 Uhr, Werben nach 9 Uhr,
tsdam nach 9 Uhr, Guben von 8 bis 11 Uhr, Hirschberg
Uhr, Markliſſa von $7\frac{1}{2}$ bis 12 Uhr. Was mich betrifft, so

[4]4) Schweigger Jahrb. N. R. XI, 40.

wage ich hier durchaus nichts in Betreff der Geschwindigkeit zu folgern, und ich könnte aus handschriftlichen Mittheilungen eine große Menge ähnlicher Fälle anführen, aus denen aufs Bestimmteste hervorgeht, daß die Gewitter sich gleichzeitig an mehreren Orten bildeten.

Die große Geschwindigkeit mancher Gewitter von 20 Meilen in der Stunde oder 130 Fuß in der Secunde scheint allerdings in dem Sturme, welcher sich kurz vor Ankunft des Gewitters erhebt, einige Bestätigung zu finden. Es ist aber schon erwähnt, daß dieser aus der Wolke herabstürzende kalte Luftstrom local ist; der schwache Wind vor und nach dem Gewitter zeigt, daß dieser Sturm das Gewitter nicht forttreibe.

Wenn bei den meisten Gewittern im Sommer Windstille ein wesentliches Erforderniß ist, so ist dieses bei den Wintergewittern weit weniger der Fall. Da die Atmosphäre in diesem Falle weniger Dämpfe enthält, als im Sommer, so ist eine hinreichend schnelle Condensation nur zur Zeit lebhafter Stürme möglich. Wenn [illegible] westliche Winde lange Zeit geweht, Temperatur und Dampfgehalt der Atmosphäre sich erhoben haben und nun schnell [illegible] Nordwinde kommen, so bildet sich häufig ein Gewitter. Dann fängt das Barometer, das bis dahin gesunken war, meistens [illegible] dem Momente zu steigen an, wo die Explosion Statt fand.

Aber noch ein Unterschied findet zwischen beiden Klassen der Gewittern Statt. Während nämlich die Explosionen im Sommer oft mehrere Stunden anhalten, finden wir im Winter meistens nur wenige Blitze. Da die Menge von Dämpfen im Winter geringer ist, so ist auch die entwickelte Electricität nicht so [illegible] zumal, da sie sich in der relativ feuchtern Luft leichter zerstreuen kann. Daher zeigen sich die Gewitter im Winter auch nur [illegible] wo die Luft sehr feucht ist, also an den Küsten, und zwar desto häufiger, je steiler diese Küsten sind. Aus diesem Grunde eignet sich Norwegen vorzüglich zur Entstehung von Wintergewittern, aber schon im Innern der Fiorde, wo die Regenmenge geringer ist, verschwinden jene, und in Spydberg sind die Gewitter von October bis April unbekannt. Sind nun auch flache Küsten nicht so günstig zur Erzeugung von Wintergewittern, so fehlen sie [illegible] auch hier nicht, und in Holland findet auch in jedem Wintermonate ein Gewitter Statt, aber schon in Deutschland sind [illegible]

tener, und in Moscau fehlen sie bei der großen Trockenheit im
inter schon ganz.

Sehr häufig bemerkt man am Abend Blitze ohne wirklichen
nner, ein Phänomen, welches mit dem Namen Wetter-
ichten, Wetterabkühlen bezeichnet wird. Zuweilen zeigen
diese Blitze in niedrig stehenden und sehr entfernten Wolken,
r die Entfernung ist zu groß, als daß der Donner gehört werden
nte. Dieses Phänomen, welches man an bewölkten Sommer-
en öfter wahrnehmen kann, zeigt sich zwischen den Wende-
isen auf dieselbe Art. So sah Humboldt bei seiner Reise
dem Orenocco den Himmel einige Zeit vor dem Aufgange der
nne größtentheils bewölkt, und dabei bemerkte er in einer Höhe
mehr als 40° viele Blitze, ohne daß er in jenen stillen Gegen-
Donner hörte [45]).

Von diesem Vorgange ist noch das eigentliche Wetterleuchten
unterscheiden; man bemerkt nämlich an ganz heitern Abenden
h dem Untergange der Sonne nicht selten Blitze, meistens am
rizonte, und pflegt dann zu sagen, das Wetter kühle sich ab [46]).
se Blitze scheinen nicht immer Explosionen von Gewittern zu
n. So bemerkte man am 26sten August 1823 in mehrern
genden Würtembergs Nachts zwischen 9, 10 und 11 Uhr
ze bei völlig klarem Himmel, während keiner der Beobachter
rtembergs, welche etwa auf einer Fläche von 400 Quadrat-
len vertheilt wohnen, ein Gewitter bemerkte, auch schien die
mosphäre nicht zur Bildung von Gewittern geneigt zu seyn; das
ometer stand schon seit einigen Tagen 1 bis 2 Linien über der
lern Höhe und stieg den folgenden Tag noch mehr; die Rich-
des Windes war O und NO, es war zugleich einer der hei-
n Tage dieses Sommers. Auch an den folgenden Tagen be-
kte man in mehrern Gegenden Nachts Blitze bei größtentheils
rm Himmel, es zogen jedoch an diesen Tagen auch durch
e Gegenden Würtembergs einzelne Gewitter [47]). An den

) Humboldt Voyage VII, 9.

) Brandes Beiträge S. 354.

) Schübler in Schweigger Jahrb. N. R. XI, 39. Am 27sten
und den folgenden Tagen finde ich an mehrern Orten Gewitter.

meisten Orten finde ich am 26sten August keine Bemerkungen. Nur folgende wenige Notizen sind mir zugekommen:

Coblenz, Beobachter Mohr: Bei S Wind stieg die Wärme mehrere Tage hindurch bis zum 26sten, wo sie in diesem Jahre den höchsten Stand mit 25,6 erreicht hat. Kein Gewitter bildete sich dabei, aber eine andere seltene Erscheinung wurde beobachtet. Am Barometer wurde ein langsames aber anhaltendes Steigen wahrgenommen. Nachmittags um 4 Uhr wurden die in N und NO gelegenen Gebirge mit einem Höherauch überzogen, welcher nicht aus den Tiefen emporstieg, sondern sich über die Bergrücken hin verbreitete und gegen die Tiefe herabstieg. Die Sonnenstrahlen brachen sich darin mit gelbem Lichte, wie in einem Rauchfeuer, durch welches man nicht klar durchsehen konnte. Abends um 10 Uhr wurde Wetterleuchten über die ge... Gebirgsgegend gesehen. Am folgenden Morgen lagerte dünner Nebel auf den Flüssen. Der Nordwind, welcher hier immer mit dem Höherauch einzutreten pflegt, kam nicht gleichzeitig mit demselben, sondern erst 20 Stunden später, obgleich das Steigen des Barometers doch wohl ein Zeichen dafür war.

Salzuffeln, Beobachter R. Brandes und Hölzermann. Nach einem heitern Tage zeigten sich am 26sten um 6 Uhr am nordwestlichen Horizonte Gewitterwolken, welche von S nach N zogen; der Wind, welcher vorher aus SO gekommen war, ging nachher nach O, später NO, man sah bis Mitternacht Wetterleuchten ohne Donner, am 27sten August ein höherauchartiger Nebel an den Bergen.

Fehlt nun gleich an jenem Tage jede Nachricht von einem Gewitter, das am Abend Statt gefunden hätte, so müssen wir doch zwei Umstände wohl vor Augen behalten. Von Würtemberg bis Lippe-Detmold ist kein Beobachter vorhanden, es fehlt also ganz an Nachrichten über den Witterungszustand auf einer großen Strecke. Mit Mitternacht schließen die Beobachtungen, aber noch in der Nacht zeigten sich an mehrern Orten gegen ... gen Gewitter, namentlich am 27sten August um 3¾ Uhr Morgens nach den Beobachtungen von Brand zu Paderborn, und um ... Morgens zu Salzuffeln. Am Tage waren Gewitter an allen Orten.

In dem obigen Falle ist es wenigstens nicht erwiesen, daß Blitze wirklich von entfernten Gewitterwolken ausgegangen), in andern Fällen dagegen hat man sich von der Existenz der :ern überzeugt. So sah Bergmann Blitze bei völlig hei- n Himmel, aber einmal gelang es ihm, die blitzende Wolke von :r Höhe aus zu entdecken [48]). Indem ich es also dahin gestellt ı lasse, wie es sich mit dieser Erscheinung verhalte, will ich ge der Ansichten mittheilen, welche mir am meisten begründet seyn scheinen.

W. Brandes glaubt, daß diese Phänomene nicht entfernte ze, sondern vielmehr glänzende, den Sternschnuppen ähnliche terscheinungen seyen, welche bei heiterm Himmel entstehen. seinen im August 1817 angestellten Beobachtungen der Stern- uppen, an einem schönen, hellen Abend, bei einem Wetter, man wohl Wetterleuchten zu erwarten pflegt, sah er hoch am ımel ein plötzliches, nur einen Augenblick dauerndes Licht, das an derselben Stelle erlosch, wo es entstanden war. Dieser : Blitz aus heiterm Himmel konnte in größerer Entfernung gar)l als Wetterleuchten erscheinen. Brandes fügt hinzu, er e ähnliche Lichterscheinungen auch sonst wohl gesehen, und da sich von andern Sternschnuppen vorzüglich dadurch unterschei- , daß sie mehr einer großen, schnell erlöschenden Flamme glei- ', während andere Sternschnuppen mehr als Funken oder iiehende kleine Kugeln erscheinen, so sey die Vermuthung, daß ine eigenthümliche Beschaffenheit haben, wenigstens nicht ohne ı Grund. Daß man sie so selten über sich und das Wetter- ıten am Horizont so oft sieht, sey nicht unbegreiflich, da alle :ringerer Höhe als 5° erscheinenden Lichtphänomene, wenn sie 0 Fuß hoch über der Erde entstehen, auf einem 18 Meilen en Ringe um uns herum im Zenith stehen können; dieser , dessen innerer Halbmesser $2\frac{1}{2}$, dessen äußerer 20 Meilen ist, hat ungefähr 1200 Quadratmeilen Inhalt, während : beim innern Kreise nur 20 Meilen beträgt; man kann also ılche Erscheinungen zwischen 0° und 5° Höhe sehen, ehe sich inzige in der Nähe des Zeniths zeigt [49]).

Bergmann phys. Beschr. der Erdkugel §. 129. II, 76.

Brandes Beiträge S. 354.

Nach Schübler [50]) ist das Wetterleuchten wahrscheinli zuweilen eine, unabhängig von Gewittern sich ereignende, leuch tende Erscheinung, die vielleicht durch Ausströmung starker Electr cität ohne electrischen Gegensatz benachbarter Wolkenschichten ve anlaßt wird; sie ereignet sich vorzüglich häufiger an heißen Som merabenden, an welchen höhere Luftschichten mit Eintritt d Nacht schneller tiefer sinken, ihre Electricität bei Annäherung den feuchtern, tiefern Schichten nicht mehr in sich angesamm erhalten können und dann ihre Electricität ausstrahlen lassen.

Auch Th. Forster [51]) und Matteucci [52]) sind der Me nung, daß das Wetterleuchten electrischer Natur sey. Nament lich leitet Letzterer die Erscheinung aus der Electricität her, welch der Boden hat, und die sich wegen der isolirenden Eigensch der trocknen Luft in diesem erhält. Im Momente, wo d Sonne untergeht und während der Nacht bilden die condensir Dämpfe in der Nähe des Bodens eine leitende Schicht, we dazu dient, das Gleichgewicht zwischen der Electricität des B dens und der Atmosphäre herzustellen. Man wird dieses Phä men daher vorzugsweise in den Ebenen beobachten, weil d Electricität aus Gebirgen wegen der geringern Dichtigkeit der L und der Leichtigkeit der Niederschläge bei der tiefern Temper leichter entweichen kann. Huber-Burnaud bemerkt ge diese Hypothese [53]), daß man den Vorgang doch einmal in d Nähe des Zeniths sehen müßte, wenn der angegebene Grund d wahre sey, und er hält das ganze Phänomen für die Blitze v entfernten Gewittern. Dagegen erinnern die Herausgeber d Bibliothèque universelle mit Recht, daß man dieses Phänom sehr häufig an allen Theilen des Horizontes sehe, und es daher schwer zu glauben sey, daß nach allen Richtungen hin Gewitt ständen, während die Gegend des Beobachters völlig heiter Es sey allerdings selten, daß sich der Vorgang in der Nähe Zeniths zeige, aber es geschehe doch zuweilen, und sie selbst hät

50) Schübler Meteor. S. 152.

51) Forster Wolken S. 229.

52) Matteucci sulla influenza dell' elettricità terrestre s temporali, in Bibl. univ. XLII, 9.

53) Bibl. univ. XLII, 254.

iner heitern Nacht am Ende des August 1828 Wetterleuchten Scheitelpunkte [54]) beobachtet. Electrisches Licht aber müsse stets zeigen, wenn die Luft Leiter der Electricität werde, ge- he dieses nun durch Verdünnung oder durch Gegenwart von sserdämpfen, sobald nur ein Gleichgewicht zwischen dem von er Luft berührten Körper und den übrigen Theilen der Atmo- äre hergestellt werde. Die electrischen Entladungen in diesem le aber erfolgen nicht wie bei einer trocknen und isolirenden Luft ölich, sondern allmählig und ohne Detonation und sind von m Lichtschweife begleitet, gerade so wie es beim Wetterleuch- der Fall ist.

Indem ich es aus Mangel an hinreichenden Erfahrungen ntschieden lasse, wie es sich mit diesem Phänomene verhalten ge, wende ich mich zu einer andern electrischen Erscheinung, n St.-Elmsfeuer, oder wie es Schweigger für richtiger t, dem Hermesfeuer [55]), dem Castor und Pollux der en. Man bemerkt nämlich bei Gewittern oder einem stark trischen Zustande der Luft an den erhöhten Gegenständen, vor- lich an metallenen Thurmspitzen, den Mastbäumen und andern rpern, rauschende Flammen, welche ohne Schaden eine Zeit- s fortdauern und zuerst von Courtinon als electrisches itzenlicht angesehen wurden [56]).

Beobachtungen dieser Erscheinung besitzen wir in großer nge, und namentlich waren die Alten, welche sie als prodigia hen, in ihrer Aufzeichnung sehr genau. So erzählt Li- s [57]): Die Furcht wurde durch die Wunderzeichen, die man verschiedenen Orten einbrachte, noch erhöht. In Sicilien, es, hätten die Wurfspieße einiger Kriegsleute, in Sardinien Stock eines Ritters, welcher auf den Ringmauern die Schild- hen untersuchte, von wiederholten Blitzen geglänzt. Eben so hlt Plinius [58]), er habe Sterne auf den Lanzen der Sol- n und den Masten der Schiffe gesehen, die mit Zischen von

) Es heißt des éclairs de chaleur, also wohl mehrmals.

) Schweigger Jahrb. N. R. XVI, 252.

) Hist. de l'Acad. 1752. p. 10.

) Livius XXXII, 1.

) Plinius hist nat. II, 37.

einem Orte zum andern gehüpft wären. Aehnliche Thatsachen erwähnen Seneca, Hirtius, Procopius und Andere [59].

In neuern Zeiten hat man diese Erscheinung öfter gesehen. So gaben zu Nordhausen im Jahre 1749 am 12ten Februar bei einem Gewitter zehn aus dem Thurme hervorragende Spitzen helle Flammen von sich, die sogleich wieder erschienen, wenn man sie mit dem Finger auslöschte, dabei hörte man ein Summen, ähnlich dem einer Fliege, die sich in einem Spinnengewebe verstrickt hat [60]. Auch auf den Spitzen des Gestänges der Wasserleitung zu Marly bemerkt man zur Zeit von Gewittern während der Nacht solche Flammen [61]. Eben solche Erscheinungen werden von Dampier [62], Niebuhr [63], Kotzebue [64] und Andern erzählt. Eins der auffallendsten Beispiele theilt uns Forbin mit [65]. „Im Jahre 1696 zog sich plötzlich während der Nacht ein schwarzes Gewölk zusammen, wobei erschreckliche Lichter und Donnerschläge entstanden. Weil ich einen starken Sturm befürchtete, ließ ich alle Segel einziehen. Wir sahen auf dem Schiffe mehr als 30 St.-Elmsfeuer. Eins unter andern befand sich auf dem Windflügel des großen Mastes, welches mehr als anderthalb Fuß hoch war. Ich schickte einen Matrosen hinauf, es herunter zu bringen. Als er oben war, hörte er dieses Feuer ein Geräusch machen, wie wenn man angefeuchtetes Schießpulver anzündet. Ich befahl ihm, den Flügel abzunehmen und damit herunter zu kommen. Kaum aber hatte er ihn von der Stelle weggenommen, so ging das Feuer davon weg und setzte sich auf die Spitze des Mastes, ohne daß man es hätte davon abbringen können. Es blieb daselbst ziemlich lange, bis es nach und nach

59) Seneca quaest. nat. I. Hirtius de bello africano. Procopius de bello Vandal. II, 2.

60) Hamburger Magazin VII, 420.

61) Fr. v. la Roche Reise durch Frankreich S. 476 bei Reimarus zweite Abh. S. 8.

62) Dampier Voyage I, 115.

63) Niebuhr Reise I, 9.

64) Kotzebue Neue Reise II, 168.

65) Mém du Comte de Forbin I, 368. Hamburger Magazin ... 425.

ging. Der gedachte Sturm hatte weiter keine Folgen, als
en starken Regen, der mehrere Stunden dauerte."

Diese Erscheinung, welche weiter nichts ist, als das aus-
ömende electrische Licht, zeigt sich besonders zur Zeit heftiger
türme, seltener, wie es scheint, dann, wenn Sommergewitter
Zenith zum Ausbruche gekommen sind. Sollte die letztere Be-
uptung richtig seyn, so würde sich daraus der Glaube der Ma-
osen bei den Alten ergeben, daß das gute Wetter bald zurück-
hre, wenn es sich auf den Masten zeigt [66]). Auch Reima-
is ist der Meinung, daß man dieses Phänomen vorzüglich nach
rtheiltem Gewitter und bei feuchter stürmischer Luft bemerke [67]).
ie meisten Erfahrungen, welche ich gesammelt habe, zeigten,
ß das Phänomen besonders im Winter bei stürmischem und
witterartigem Zustande der Luft Statt fand.

Meistens gehen diese Flammen ohne Schaden vorüber, je-
ch sollen sie zuweilen zünden. Bei einem Gewitter, welches den
ten März 1817 bei Gemminingen in Würtemberg ausbrach, war
ie Menge der auf die Erde überströmenden Electricität so bedeu-
end, daß die Spitzen der Bäume eine ziemliche Strecke Landes
icht nur leuchteten, sondern auch bald in Brand geriethen und
die Lichter einige Zeit fortbrannten, ohne daß übrigens Personen,
welche zwischen diesen brennenden Bäumen durcheilten, Schaden
elitten hätten [68]). Sollten aber in diesem Falle die Landleute
icht die Flammen des electrischen Lichtes für Flammen von bren-
endem Holze gehalten haben? Ich läugne nicht, daß mir diese
ntzündung etwas unwahrscheinlich scheint.

Ist die Electricität sehr stark, dann bedarf es nicht einmal
oßer hervorragender Gegenstände, um das Licht zu erzeugen.
inen Fall dieser Art erzählt Burchell, als von ihm im süd-
chen Africa beobachtet. „Ich kehrte Abends von einem Besuche
rück, welche ich den Missionaren gemacht hatte, und als ich
ber die Wiese ging, bemerkte ich ein electrisches Phänomen, das
h nur das einzige Mal in meinem Leben sah. Von jeder Him-

66) Plinius hist nat. II,37.

67) Reimarus neuere Bemerkungen S. 170.

68) Schwäb. Chronik von Elben, Jahrg. 1817. S. 202 bei Schübler Meteor. S. 153.

melsgegend aus schienen Blitze auszugehen, die auf einander,
sehr kurzen Zwischenzeiten ohne Donner folgten. Alles rings u
her war still und nur einzelne schwere Regentropfen entfielen d
gen außerordentlich dichten und schwarzen Wolken. Plötzlich
blindete ich fast von einem glänzenden Schimmer, der vom Ze
herabgefahren zu seyn schien, und einen Augenblick lang sch
jeder Grashalm funfzehn Fuß im Umkreise durch die electri
Materie entzündet zu seyn. Keine Explosion fand Statt, nic
das mindeste Geräusch ließ sich hören, und das Phänomen äuße
seine Wirkung auf durchaus keine andere Weise. Alles blieb ruhi
und ich setzte meinen Weg fort, ohne daß die Erscheinung sich vo
Neuem gezeigt hätte. Das grobe Gras hatte an jener Ste
einen Fuß Höhe und jeder Halm und jedes Blatt war stark erleu
tet, oder schien vielmehr zu brennen; doch weiter als 15 Fu
konnte ich diese Erscheinung nicht wahrnehmen" [69]).

Das Phänomen zeigt sich öfter zur Zeit von heftigen Schn
fällen, und dann sind wohl die herabfallenden Flocken leucht
Bei einem Schneewetter, welches in Freiberg Statt fand, u
bei dem die Electricität nach den Erfahrungen von Lampadi
ungemein stark war, bemerkte der Bergeleve von Thielau an d
Halsbrückner Straße an den Zweigspitzen aller Bäume eine st
Phosphorescenz, welche aufhörte, wenn die Zweigspitzen de
Bäume zur Erde gebogen wurden. Eben so sahen drei Be
leute auf der andern Seite von Freiberg, daß der Schnee leu
tend zur Erde fiel [70]). An dem Tage, wo diese Erschein
Statt fand, herrschte ein heftiger Sturm, das Barometer f
sehr schnell; auch fügt Gilbert aus Zeitungsnachrichten hin
daß in derselben Nacht zu Presburg in Ungern, also mitten a
Continente, ein Gewitter gewesen sey: ein hinreichender Bew
von der großen Störung im Gleichgewichte der Atmosphä
Dasselbe Phänomen des leuchtenden Schnees hatte Forskal a
22sten April 1759 zu Upsala gesehen [71]); eben so sah man es a
Ende März 1823 auf dem Lochawe-See in Argileshire [72]).

---

69) Burchell Reise in Süd-Africa I, 368.

70) Lampadius in Gilbert's Ann. LXX, 13.

71) Bergmann phys. Erdb. II, 78. §. 130.

72) Edinb. phil. Journ. April 1825. S. 105.

Gilbert fügt zu der Erzählung von Lampadius noch
hrere ähnliche Fälle hinzu. So sah Dr. Allamand am 3ten
ii 1821 in der Nähe von Neufchatel, daß sein Hut und Re-
schirm leuchteten. Desgleichen bemerkte James Braid zu
dhills am 20sten Februar 1817, daß die Ohren des Pferdes
) der Rand des Hutes ganz leuchtend waren. Einige Zeit
auf fing es an heftig zu schneien und zu regnen. Sobald das
erd naß geworden war, verschwand das Licht an den Ohren,
r das schwache Licht am Rande des Hutes erlosch nicht eher,
bis der Hut durch und durch naß war. Ehe der Regen an-
, schossen unzählige Funken nach dem Rande des Hutes und
Ohren des Pferdes. Eben so hatte man in der Nacht vom
sten Januar 1817 an vielen Gegenden der östlichen Küste
vereinigten Staaten von Nord-America Gewitter mit Regen
) Schnee. Die Blitze folgten auf einander fast ununterbrochen,
r nur auf wenige folgte Donner. Die Personen, welche sich
diese Zeit im Freien, an etwas hoch liegenden Stellen befanden,
en den Rand ihrer Hüte, ihre Handschuhe, die Ohren, den
hweif und die Mähnen der Pferde, an den Wegen stehendes
sträuch, einzeln stehende Baumstämme und dergleichen mit leb-
ften, wankenden und verschieden gestalteten Flammen umgeben,
lche ein schwaches Geräusch hervorbrachten, ähnlich dem Sim-
rn, welches man beim Kochen des Wassers kurz vor dem Sie-
t bemerkt.

Es ließe sich die Zahl ähnlicher Erzählungen noch bedeutend
mehren, ich halte es aber nicht für zweckmäßig dieses zu thun.
h wende mich vielmehr hier, wo von den leuchtenden Erschei-
ngen der Atmosphäre die Rede ist, zu einem Phänomene, das
er aus der Electricität abgeleitet worden und für welches bis-
noch keine naturgemäße Erklärung gefunden ist. Es sind die-
die Irrlichter oder Irrwische (Ignes fatui, Ambulones,
ıx follets), [73]). Man versteht darunter kleine Flammen oder
hter von verschiedener Größe, die man nicht weit vom Boden,
züglich über sumpfigen Orten, Mooren, Kirchhöfen, Schind-
gern u. s. w. in der Luft schweben und sich mit hüpfender Be-

3) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 790.

wegung hin und her bewegen sieht. Dabei soll sich ein Schwe
geruch zeigen [74]). Bisweilen erscheinen deren mehrere zugleic
Am häufigsten werden sie in warmen Ländern im Sommer und
Anfang des Herbstes gleich nach Sonnenuntergang gesehen. D
gewöhnlichen haben die Größe einer Lichtflamme; die größern
len in der Gegend von Bologna, in Spanien u. s. w. zuweilen
Höhe von 12 Fuß erreichen und weder bei Regen noch bei W
erlöschen. Von diesen Irrlichtern werden gar sonderbare Di
erzählt, sie sollen den Menschen immer weiter in die Sümpfe
ren, wenn er ihnen folgt, dagegen ihm nachgehen, wenn er ih
vorauseilt: eine Behauptung, die wahrscheinlich von den Ph
des Mittelalters herrührt, nach denen es abgeschiedene Gei
sind, wie ja dieses noch Cardanus [75]) und Sennert
behaupten.

Merkwürdig aber ist es doch, daß kein einziger Phy
das Wesen dieser Lichter näher untersucht hat. Dechales
erzählt zwar, Robert Fludd habe ein Irrlicht verfolgt
Boden geschlagen und eine schleimige Materie wie Froschlaich
gefunden. Dieselbe Erfahrung, von welcher Bergmann
merkte [78]), daß sie eine Wiederholung bedürfe, ist auch
Chladni gemacht worden [79]). Er sah 1781 an einem war
Sommerabend in der Dämmerung kurz nach einem Rege
einem Garten bei Dresden viele leuchtende Punkte im nassen Gr
hüpfen, welche sich nach der Richtung des Windes bewegten
deren einige sich an die Ränder des Weges setzten. Sie fl
bei der Annäherung, und es war schwer sie zu erhaschen; die
gen aber, welche Chladin fing, zeigten sich als kleine gal
artige Massen, dem Froschlaich oder gekochten Sagokörnern
lich. Sie hatten weder einen kenntlichen Geruch, noch Geschm
und schienen modernde Pflanzentheile zu seyn. Eben so erzä
Derham [80]), er sey auf ein Irrlicht zugegangen, das un

---

74) Bergmann phys. Beschr. der Erdkugel II, 66. §. 127.
75) Cardanus de varietate rerum XIV, 69.
76) Sennert epitome natur. scient. Lib. II. cap. 2.
77) Mundus mathematicus T. IV.
78) Bergmann phys. Beschr. der Erdk. II, 66. §. 127.
79) Chladni über den Ursprung einiger Eisenmassen S. 334.
80) Phil. Trans. XXXVI. No. 411.

dernde Distel zu hüpfen geschienen, es sey aber vor ihm ge-
hen. Nach Hanov [81]) soll ein Irrlicht eine italienische Meile
it vor einem Reisenden hergegangen seyn. Unter den wenigen
eobachtungen aus neuern Zeiten [82]) möge noch erwähnt werden,
ß Bischoff einmal ein solches sah [83]), und Kastner versichert,
oft und anhaltend an einem sumpfigen Orte neben Heidelberg
obachtet zu haben [84]). Er sah dieselben einige Fuß über der
de, dem etwas verstärkten Leuchten der Johanniswürmchen
nlich und wie eine in Kohlensäure getauchte Flamme verlöschend.
ie hüpfende Bewegung schien bei einigen auf einer optischen Täu-
hung zu beruhen und von mehrern in ungleichen Entfernungen
nell entstehenden und erlöschenden Flämmchen herzurühren, bei
dern dagegen eine bogenförmige Bewegung unverkennbar zu
yn. Daß sie namentlich auf Kirchhöfen oft gesehen sind, glaubt
Runcke nach dem Zeugnisse eines vorurtheilsfreien und wahr-
aften Mannes glauben zu müssen, welcher ihm wiederholt er-
ählte, daß er sie in seiner Jugend beim Besuche der Frühschule
ort häufig gesehen habe; Muncke aber fügt hinzu, es scheine
hm auffallend, daß er selbst bei aller Aufmerksamkeit auf dieses
Phänomen nur einmal ein solches Licht gesehen habe, ohne wegen
u weiter Entfernung mit Gewißheit gegen Täuschung gesichert
u seyn [85]).

Da es mit den Beobachtungen so schlecht steht, so dürfen
wir uns nicht wundern, daß es mit den Erklärungen noch übler
ussehe. Volta glaubte, daß Kohlenstoffwassergas (Sumpfluft)
Ursache der Irrlichter wäre, welche dann durch den electrischen
Funken entzündet würde [86]), aber Gehler bemerkt dagegen schon
mit Recht, daß man häufig von der Electricität nichts be-
merke [87]), er ist geneigt, sie für phosphorescirende Gasarten zu

81) Physica dogmatica II, 233.

82) Kastner vermuthet, ihre größere Häufigkeit in frühern Zeiten rühre davon her, daß die Sümpfe zum größten Theil in Wiesenland verwandelt und die Friedhöfe aus den Städten gelegt sind. Meteorol. III, 543.

83) Kastner's Archiv V, 178.

84) Das. III, 180 u. Meteorol. III, 543.

85) Gehler's Wörterb. V, 791.

86) Volta Opere III, 46.

87) Gehler's Wörterb. A. Aufl. II, 695.

halten, und eben dieses glaubt Parrot[88]), indem er sie als ein aus Sümpfen entwickeltes Gas (wahrscheinlich ein Gemisch aus Phosphorwasserstoffgas und andern Gasarten) ansieht, welche sich an der Atmosphäre entzünden. Dagegen bezweifelt Bischoff[89]) diese Hypothese, weil die Irrlichter weder bei Tage gesehen werden, noch auch ein Verpuffen hören lassen, welches beides beim Phosphorwasserstoffgas eintritt. Auch Berzelius meint[90]), es sey diese Entstehung unmöglich, weil die Gasarten die Eigenschaft besitzen, sich schnell mit einander zu mengen und weil dann der eigenthümliche widrige Geruch jener Gasart an allen Stellen verbreitet seyn müßte, wo Irrlichter entstehen[91]).

In manchen Fällen mögen die Irrlichter allerdings aus faulenden thierischen und vegetabilischen Stoffen bestehen, welche durch Luftzug in die Höhe gerissen werden, wie dieses die Beobachtung von Chladni zu beweisen scheint. Aber mit vielen Nachrichten verhält es sich, wie ich glaube, eben so wie mit jenem frommen Missionar, welcher noch nie Affen gesehn hatte, Africa landete und uns dann erzählte, es gebe dort eine verruchte Menschenklasse mit Schwänzen, denen er zwar häufig das Zeichen des Kreuzes vorgemacht hätte, die aber nicht einmal gesprochen hätten. Kennt man die Localverhältnisse einer Gegend nicht sehr genau, so sind im Finstern so leicht Täuschungen möglich, daß ein sehr vorurtheilsfreier Beobachter sich irren kann. Lichter in sehr entfernten Häusern können ganz nahe erscheinen. Irre ich nicht, so macht der Uebersetzer von Volta's Abhandlung über die Sumpfluft in einer Anmerkung darauf aufmerksam, man habe eine Gegend genannt, in welcher sich viele Irrlichter gezeigt hätten; ein Naturforscher habe sich von ihrer Existenz überzeugt, als er sich diesen sehr nahe scheinenden Punkten aber genähert, so

88) Parrot Physik der Erde S. 470.

89) Kastner Archiv V, 178.

90) Berzelius Chemie I, 356.

91) Daß übrigens hier nicht die Rede von jenen Flammen ist, die sich über eigentlichen Hydrogenquellen zeigen, bedarf wohl kaum einer Erwähnung.

be er gefunden, es seyen mehrere Stunden entfernte Hirten-
er gewesen [92]).

In den meisten Fällen sind gewiß leuchtende Insecten Ur-
he dieser Erscheinung gewesen, wie dieses Francis Jessop
hauptete [93]), und Scheuchzer fügt hinzu: „Dergleichen leben-
ie Feuermännlein, welches eigentlich gewisse kleine Käfer sind,
t in seinen Reisen auch wahrgenommen mein Bruder D. Joh.
cheuchzer bei Florenz und Lauis." Während ältere Reisende
ohl von Irrlichtern sprechen, die sie in Aethiopien und andern
rmen Ländern gesehen haben, erwähnen neuere die Menge von
ichtkäfern in jenen Gegenden. So wird z. B. bei Rio Janeiro
Nacht durch Tausende von Leuchtkäfern (Elater phosphoreus,
ctilucus) gleich Sternen erhellt [94]), und noch mehr ist dieses in
Urwäldern der Fall, und der ganze Habitus derselben erinnert
n Theil an das, was von den Irrlichtern erzählt wird. Hören
r einen aufmerksamen Beobachter [95]): „Nicht blos am Tage
an der Entomolog seine Sammlungen in Brasilien vergrößern:
ch während der Nacht kann er sich mit der Jagd der leuchtenden
nsecten beschäftigen. Während in Frankreich nur drei oder vier
ampyren zu leuchten im Stande sind und diese noch dazu sich
t stets im Grase aufhalten, durcheilen hier verschiedene Species,
zu mehr als einem Genus gehören, die Luft, und erhellen
se mit ihrem glänzenden Lichte. Bei einigen sind die letzten
nge des Bauches mit einer leuchtenden Materie angefüllt;
dere dagegen tragen auf dem obern Theile ihres Rückens zwei
chtende Hervorragungen, welche abgerundet sind, von einan-

92) Gelesen habe ich die Thatsache irgendwo, ich glaube in der zu Winterthur erschienenen Uebersetzung von Volta's Abhandlung. Da ich gegenwärtig nur das Original von Volta's Schriften besitze, so kann ich das Nähere nicht angeben. Vielleicht irre ich mich hier in einzelnen Umständen, da ich jene vielleicht vor 6 Jahren gelesene Thatsache nur aus dem Gedächtnisse citire. In den Hauptumständen glaube ich nicht zu irren.

93) Bei Ray Topographical observ. p. 410. in Scheuchzer Naturgesch. des Schweizerl. III, 45.

94) Spix und Martius Reise I, 108.

95) Aug. de St. Hilaire Voyage dans l'intérieur du Brésil I, 33.

der entfernt stehen und sich während des Fluges zu verbin[den] scheinen, am Tage aber als eben so viele in einen braunen, [und] kupferfarbigen Grund eingesetzte Smaragden glänzen. Die le[uch]tenden Coleopteren verbreiten gewöhnlich ein glänzendes und g[e]grünes Licht; einige dagegen zeigen nur einen dunkeln rothe[n] Schein, ja es giebt noch andere, bei denen einige Ringe des Bau[]ches mit einem grünen, andere mit einem gelben Lichte erfü[llt] sind. Nichts ist unterhaltender, als die Beobachtung dieser ve[r]schiedenen Insecten in einer dunkeln Nacht an Stellen, wo [sie] häufig sind. Mehr oder weniger große, stärker oder schwäch[er] leuchtende Punkte durchkreuzen die Luft nach allen Richtung[en], glänzen einen Moment und zeigen sich dann an einer entfernte[n] Stelle. Nicht bei allen Gattungen von Leuchtkäfern ist der Fl[ug] übereinstimmend: einige erheben sich zehn oder zwölf Fuß ho[ch] oder noch höher; andere im Gegentheil bleiben nur einige Fuß [von] der Erde; die meisten fliegen horizontal; aber an sumpfigen St[el]len findet man eine kleine Art, welche sich wie ein Funke in [einer] schiefen Richtung in die Höhe schleudert, einen Moment fun[kelt] und dann verschwindet. Es ist bekannt, daß die Leuchtkäfer [die] Eigenschaft besitzen, die leuchtende Substanz, welche sie führ[en], zu verbergen oder zu schwächen; aber auch selbst in diesem F[alle] offenbart sich ihre Gegenwart durch die gelbe Farbe der Stelle, [in] welcher sie verborgen ist, und wenn die Thiere leben, so ist [die] von ihnen ausgehende Helligkeit oft hinreichend, um im Dunk[eln] die nächsten Gegenstände zu unterscheiden. Als ich eines Aben[ds] in der Umgegend von Rio Janeiro spatzieren ging, bemerkte [ich] auf der Erde eine helle Scheibe von mehr als einem Zoll Durch[]messer. So wie ich näher kam, floh das Licht von mir; ich [fing] an zu laufen, es verdoppelte seine Geschwindigkeit; jedoch ka[m] ich hinreichend nahe, um zu bemerken, daß in der Mitte [der] Scheibe ein heller Punkt sey, und mich zu überzeugen, daß dieses Licht von einem kleinen Insecte ausginge, welches nach langer Ver[]folgung unter eine Gartenthür kroch und mir entging."

Ob unsere Johanniswürmchen im Stande sind, die Erschei[]nungen zu erzeugen, welche hier und da erzählt werden? Wie [es] sich aber auch hiemit verhalten möge, so glaube ich, daß die Un[]tersuchung des ganzen Gegenstandes mit Unrecht in die Lehrbüch[er]

Meteorologie verwiesen ist, daß es vielmehr ein chemisches
r physiologisches Phänomen ist.

Ich wende mich zu einem Phänomene, welches sehr häufig
gleiter der Gewitter ist, und dessen Erklärung sehr schwierig ist,
dem Hagel[96]). Wenn dieser herabfällt, so findet entweder
eigentliches Gewitter Statt, oder es hat die Luftelectricität doch
n sehr hohen Grad von Stärke. Dieses ist auch der Grund,
shalb ich dieses Phänomen nicht schon bei den übrigen Hydro-
eoren abgehandelt habe.

Man pflegt den Hagel häufig in zwei oder auch in drei Klas-
abzutheilen. Die erste Klasse bezeichnet man mit dem Namen
Graupeln (grésil). Meistens sind dieses vollkommen runde,
selten durch einzelne Hervorragungen von der runden Gestalt
weichende Körner, deren Durchmesser größtentheils kleiner als
Linie ist, aber auch bis zu zwei Linien steigen kann. Die ein-
en Körner sind stets undurchsichtig, mehr oder minder der
iße des Schnees sich nähernd; bei größerer Dicke nehmen sie
weilen einen dünnern Ueberzug von Eis an. Diese Klasse von
gel zeigt sich besonders im Winter und Frühlinge, und es findet
bei nicht immer ein Gewitter Statt, ja meinen Erfahrungen
olge kommen sie größtentheils ohne Gewitter zur Zeit von
ürmen und heftigen Bewegungen der Atmosphäre.

Von den Graupeln unterscheidet man den eigentlichen Hagel,
cher sich besonders im Sommer zur Zeit von Gewittern zeigt.
hat gewöhnlich eine birn- oder pilzartige Gestalt, eine Spitze

---

) Ausführliche Literatur über den Hagel von Muncke in Gehler's Wörterbuch, Art. Hagel. Lichtenberg über den Hagel in seinen Schriften VIII, 85. Volta sopra la grandine in Volta Opere T. I. P. II. p. 353. Ursprünglich in Brugnatelli's Giornale di Fisica 1808 und den Memorie de l'Istituto nationale Italiano T. I. Part. II, daraus in Gehlen's Journal VII, 67. Prechtl Beiträge zur electrischen Meteorologie in Gehlen's Journal VII, 241. L. v. Buch über den Hagel in den Abh. d. Berl. Acad. 1814 u. 15. S. 73. Arago über den Hagel in Poggendorff's Annalen XIII, 344. Ideler über den Hagel, daselbst XVI, 499 u. XVII, 435. Bellani's Abhandlung in Brugnatelli's Giorn. T. X. p. 369 konnte ich nicht erhalten. Olmsted über die Ursachen der Hagelwetter in Schweigger-Seidel's neuem Jahrbuch I, 154.

eros, daß es sehr schwer halte, sich eine solche Explosion zu den-ken [3]); außerdem hatten alle von mir gesehenen pyramidalen Kör-ner das Ansehen, als ob sich die durchsichtige Eismasse um den in der Mitte befindlichen kugeligen Schneekern gelegt hätte. Wo aber Eis entsteht, so wird es durch Krystallisation ähnliche Gestal-ten annehmen, wie dieses der Schnee zeigt [4]). Abänderungen, welche stets auf diese Gestalt zurückführen, scheinen öfter vorzu-kommen. So sammelte Adanson in Paris Hagelkörner, welche die Gestalt sechsflächiger, sehr stumpfer Pyramiden von sechs Linien in der Länge und drei in der Breite besaßen [5]). Eben so sah Péron in Neu-Süd-Wales bei einem heftigen Hagelwetter Körner, welche eine längliche Figur von unregelmäßig prisma-tischer Gestalt hatten [6]).

Diese beiden Arten von Hagel werden häufig als zwei ver-schiedene Bildungen angesehen, ich kann indessen keinen andern Unterschied zwischen ihnen finden, als die Größe. Die kleinen Graupeln fallen meistens im Winter und Frühlinge; Schloßen und der eigentliche Hagel, der im Sommer fällt, nimmt in der feuchtern Atmosphäre eine größere Gestalt an.

Arago nimmt noch eine dritte Klasse von Hagel an, in welcher man niemals den Schneekern im Innern findet; die Kör-ner sind hier eben so klein als bei den meisten Graupeln, aber unterscheiden sich von diesen durch ihre Durchsichtigkeit. Diese Körner entstehen durch Regentropfen, welche aus einer Wolke herabfallend unten in eine kältere Luft kommen und hier gefrieren. Die Seltenheit der Umstände, welche eine so abweichende Tempe-raturvertheilung in verschiedener Höhe herbeizuführen vermögen, erklärt, weshalb diese Gattung von Hagel so wenig beobachtet ist [7]). Es sind diese Bildungen die Bd. I. S. 406 erwähnten ge-frornen Regentropfen, deren Entstehung aber ganz von der des Hagels abzuweichen scheint.

---

3) Gehler's Wörterb. V, 38.
4) Bd. I. S. 407.
5) Poggendorff's Annalen XIII, 347.
6) Péron Voyage I, 396.
7) Poggendorff's Annalen XIII, 346.

Die Größe des Hagels ist sehr verschieden. Muncke glaubt, ; in mittlern Breiten der Durchmesser eines Hagelkornes nicht, :r 1½ bis 1¾ Zoll gehe, größere Massen seyen durch die Ver- igung von mehrern Körnern entstanden [8]). Die Größe der ammengeballten Körner ist oft sehr bedeutend. So fiel nach illey am 29sten April 1697 zu Flintshire in Wales Hagel von Unzen Gewicht, und Taylor beobachtete am 4ten Mai dessel- 1 Jahres in Hartfordshire Körner, die 14 Zoll im Umfang hat- 1. Parent berichtet, daß am 15ten Mai 1703 zu le Perche igel von Faustgröße gefallen sey. Am 11ten Julius 1753 3 Montignot zu Toul Schloßen auf, die die Form unregel- äßiger Polyeder und einen Durchmesser von 3 Zoll besaßen. iese großen Körner bestanden aus einer Vereinigung von mehrern irnern, die vor dem Falle auf die Erde zusammengebacken aren [9]). Eben so beobachtete Musschenbroek zu Utrecht 736 ein starkes Hagelwetter, bei welchem die meisten Körner e Größe eines Taubeneies hatten, einige aber, die aus mehrern sammengesetzt waren, erreichten die Größe eines Hühnereies [10]). rookshank berichtet von einem Gewitter, welches er in Nord- nerica erlebte, wobei Hagelkörner von 13 bis 15 Zoll Um- ng herabfielen, aber aus mehrern kleinern zusammengebacken aren [11]), und Hagelmassen, größer als Hühnereier, kommen in ordamerica nach Olmsted alle Jahre vor [12]). Bei einem Ge- tter, welches sich über der Stadt Como und deren Umgegend der Nacht vom 19ten und 20sten August entlud, fielen Schlo- n wie Hühnereier. Man sammelte sehr viele, die mehr als Unzen wogen [13]). Eben so fand Lampadius bei dem schreck- den Hagelwetter in Beverungen im Jahr 1792 noch nach 1 Tagen in den Kellern zusammengeflossene Haufen Hagel und unter Stücke von 13 Loth schwer, Nöggerath aber 1822 7ten Mai, als ein furchtbares Gewitter die Gegend um Bonn

8) Gehler's Wörterb. V, 32.
9) Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 347.
10) Musschenbroek Introd. §. 1495.
11) Gehler's Wörterb. V, 35.
12) Schweigger's Jahrb. N. R. XXXI, 155.
13) Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 348.

verwüstete, Hagelkörner von 2, 3, 4 bis 12 Loth an Gewicht [14]). In demselben Jahre waren viele verheerende Gewitter, namentlich am 9ten Junius in Trient, wobei Hagelkörner von 8 bis 16 Unzen Gewicht die Dachziegel zerschmetterten [15]). Im Jahre 1802 fiel bei Annaberg Hagel, wovon einzelne Stücke ein Pfund wogen, und bei Buck im Posener Departement von der Größe einer geballten Mannsfaust [16]). Im Jahre 1801 hat Muncke in Hannover Hagelkörner von 8 Loth Gewicht in Menge gewogen, allein keins von 16 Loth Gewicht; in Herrenhausen aber fand man in der Dammerde des botanischen Gartens am andern Tage Eindrücke wie durch die Unterschaale einer mittlern Kaffeetasse gemacht, welche auf Hagelkörner von mehr als ein Pfund Gewicht deuteten [17]).

Es ließen sich diese Erzählungen von großem Hagel noch durch viele andere vermehren, vielen Thatsachen fehlt es indessen an hinreichenden Beweisen. Es mag nicht selten geschehen seyn, daß mehrere erst an der Erde zusammengeschmolzene Massen als vom Himmel herabgefallene angesehen wurden. Angaben aus ältern Chroniken, wie sie uns Scheuchzer mittheilt, sind daher ohne Gewicht. Zuweilen gränzen die Erzählungen ans Abenteuerliche. So theilt Gilbert [18]) aus öffentlichen Blättern folgende Erzählung mit: Am 8ten Mai 1802 fiel in Ungern bei dem Dorfe Putzemischel während eines Gewitters und Hagelwetters ein viereckiger Eisklumpen aus der Luft, 3 Fuß lang, 3 Fuß breit und 2 Fuß hoch. Acht Männer vermochten nicht, ihn aufzuheben; man schätzte ihn auf 11 Centner und nach 3 Tagen fand man noch Ueberbleibsel davon. Nicht weit davon lag noch ein zweiter Hagelklumpen von der Größe eines guten Reisekoffers. Muncke, welcher diese Thatsache mit Recht in Zweifel zieht, fügt noch eine andere eben so abenteuerliche Erzählung hinzu, wonach in Mysore eine Hagelmasse von der Größe eines Elephanten herabgefallen seyn soll [19]). Eben so sollen in Potsdam im

14) Schweigger's Jahrb. N. R. VIII, 84.
15) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 35.
16) Gilbert's Annalen XVI, 75.
17) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 34.
18) Gilbert's Annalen XVI, 75.
19) Gehler's Wörterb. V, 36.

Jahre 1767 Massen von der Größe eines Kürbisses herabgefallen seyn, fast alle Fensterscheiben zerschlagen, mehrere Ochsen getödtet und einem Bauer einen Arm abgeschlagen haben. Mit diesem öfter angeführten Hagel aber verhält es sich nach Nicolai's Sammlung von Anekdoten über Friedrich II. folgendergestalt. Ein Fremder, der von Berlin kommend, dem Könige in Potsdam vorgestellt wurde, antwortete diesem auf die Frage, was es in Berlin Neues gäbe, man erwarte dort baldigen Krieg. Der König, um die Berliner auf andere Gegenstände zu bringen, ließ durch einen seiner Vertrauten die Erzählung von jenem Hagelwetter gleichzeitig in die beiden Berliner Zeitungen rücken und diese wurde von hier aus weiter verbreitet. Obgleich von Potsdam, wo es völlig heiteres Wetter gewesen war, viele Widerlegungen einliefen, wurde keine von diesen aufgenommen.

Zuweilen enthält der Hagel fremdartige Massen in sich eingeschlossen. So erzählt Maternus von Cilano, er habe im Junius in einem trierischen Dorfe in den gefallenen Hagelsteinen kleine Spreu mit Schnee umgeben und mit Eisrinde überzogen beobachtet [20]), und er fügt hinzu, daß Scheuchzer [21]) und Fromondus [22]) dasselbe gesehen hätten. Bei einem Hagelwetter in Flandern enthielten einige Hagelkörner eine dunkelbraune Substanz [23]) und eben so hat man auf dem Paramo von Guancos in einer Höhe von 2300ᵗ rothen Hagel gefunden [24]). Im Jahre 1755 fiel beim Toben des Katlegiaa auf Island ein Hagel, von welchem jedes Korn etwas Sand oder vulcanische Asche enthielt [25]). In diesen Fällen ist es leicht begreiflich, wie die in die Höhe gehobenen Massen dann, wenn ihre Temperatur hinreichend niedrig war, die Mittelpunkte von Hagelkörnern werden konnten, indem sich der Dampf auf ihrer Oberfläche niederschlug. Schwieriger aber sind die beiden folgenden Thatsachen zu erklären. Es fiel nämlich im Jahre 1821 in Irland Hagel mit einem eingeschlosse-

20) Hamburger Magazin XVII, 80.

21) Breslausche Sammlungen IX, 90.

22) Fromondus Meteorol. lib. V. cap. 8. p. 342.

23) Phil. Trans. No. 203. p. 858.

24) Humboldt in Schweigger's Jahrb. N. R. XIV, 452.

25) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 37.

nen metallischen Kerne, welchen Pictet deutlich für Schwefelkies erkannte [26]). Diese von Gilbert bezweifelte Thatsache ist durch ein ähnliches Phänomen in Sibirien bestätigt worden. In den Hagelkörnern, welche am 15ten August 1824 zu Sterlitamansk im Orenburgischen Departement herabfielen, wurden Octaeder von etwa 3 Linien Seite und fast 1 Linie Höhe gefunden, welche nach der Untersuchung von Eversmann den goldhaltigen Schwefelkiesen von Beresowsky glichen [27]).

Die Hagelwetter zeigen sich meistens am Tage, und da sie in der Nacht seltener vorkommen, so wurde wohl angenommen, daß sie in der Nacht nicht Statt finden, ja daß zu ihrer Entstehung das Tageslicht erforderlich sey [28]). Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß es während der Nacht wenige Beobachter giebt, und daß es im Dunkeln sehr schwer wird zu bestimmen, ob die herabfallenden Massen Hagel oder Regentropfen sind. Wenn der Beobachter nicht Hagel selbst sammelte, oder das Hagelwetter keinen bedeutenden Schaden anrichtete, so findet er ihn am Morgen meistens geschmolzen und er hält also den Niederschlag für Regen. Jedoch ist eine ziemliche Anzahl nächtlicher Hagelwetter bekannt. So beobachtete Hasselquist einen nächtlichen Hagel auf seiner Reise nach Palästina [29]), eben so Péron in der Nacht vom 14ten bis 15ten Junius 1802 auf der Küste von Neu-Holland [30]), und in demselben Jahre war ein sehr starkes nächtliches Hagelwetter bei Buck im Regierungsbezirke Posen [31]); eben so bemerkt Wöllner, daß er das Fallen des Hagels während der Nacht beobachtet habe [32]). Am 30sten Januar 1741 fiel Nachts zu Montpellier Hagel [33]). Auch Bellani führt drei ihm bekannte nächtliche Hagelwetter an; eins am Comersee um Mitternacht vom 27—28sten August 1778, das zweite daselbst und um dieselbe

26) Gilbert's Ann. LXXII, 436.
27) Ebend. LXXVI, 340.
28) Maternus v. Cilano von den Ursachen des zur Nacht fallenden Hagels, im Hamburger Magazin XVII, 76.
29) Hasselquist Reise S. 17.
30) Péron Voyage I, 341.
31) Gilbert's Annalen XVI, 75.
32) Kastner's Archiv I, 311.
33) Mém. de l'Acad. 1741. p. 218.

zeit vom 19ten bis 20sten August 1787, und das dritte bei Anbruch des Tages im Julius 1806 [34]). In der Nacht vom 25sten bis 26sten Julius 1822 fand ein sehr lebhaftes Gewitter Statt, welches nach den von Raschig eingezogenen Nachrichten um Mitternacht in Meißen war, und bei dem so viel Hagel fiel, daß man die Früchte nicht mehr erkennen konnte, welche auf den Aeckern gestanden hatten, und Hunderte von Staaren erschlagen auf dem Felde fand [35]). Auch im Waadtlande richtete ein Hagelwetter in der Nacht vom 22sten bis 23sten Julius 1826 vielen Schaden in den Weinbergen an [36]). Nachdem am 16ten Julius 1829 in Halle schon Nachmittags ein Gewitter gewesen war, erhob sich gegen 11 Uhr Abends ein zweites mit heftigem Regen und Hagel, wobei einige von mir gesammelte Körner einen Durchmesser von mehr als 2 Linien hatten.

Obgleich die eben erwähnten Fälle, welche ich größtentheils aus den Arbeiten von Arago, Ideler und Muncke entnommen habe, hinreichend zeigen, daß auch während der Nacht Hagel entstehen könne, so halte ich es für zweckmäßig, bei dem allgemein herrschenden Vorurtheile über die Unmöglichkeit von nächtlichem Hagel, die von Maternus von Cilano gesammelten Erfahrungen [37]) hinzuzufügen. Scheuchzer erzählt folgende Fälle: Im Jahre 1449 ereignete sich am Montage vor Oswald eine ungewöhnliche Witterung zu Basel um 10 Uhr Abends mit Wetterleuchten, Donner, Sturm und Hagel. Auf St. Peter und Pauli Abend 1502 kam zu Zürich über den Berg Albiß ein solch grausames Wetter, dergleichen sich niemand zu gedenken mochte. Der Hagel erschlug alles eine halbe Meile ob der Stadt. Den 21sten Junius 1574 um Mitternacht haben sich zwei schwere Gewitter zugetragen, da der Strahl in viel Bäume geschlagen. Im Wagenthal fielen Hagelsteine wie Hühnereier. Den 20sten August eben dieses Jahres zu angehender Nacht hat der Hagel im

34) Brugnatelli Giornale X, 369. Muncke in Gehler's Wörterb. V, 47. Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 344.

35) Gilbert's Annalen LXXII, 434.

36) Bibl. univ. XXXIII, 50.

37) Hamburger Magazin XVII, 97.

der entfernt stehen und sich während des Fluges zu verbin
scheinen, am Tage aber als eben so viele in einen braunen, ei
kupferfarbigen Grund eingesetzte Smaragden glänzen. Die leu
tenden Coleopteren verbreiten gewöhnlich ein glänzendes und g
grünes Licht; einige dagegen zeigen nur einen dunkeln roth
Schein, ja es giebt noch andere, bei denen einige Ringe des B
ches mit einem grünen, andere mit einem gelben Lichte erf
sind. Nichts ist unterhaltender, als die Beobachtung dieser ve
schiedenen Insecten in einer dunkeln Nacht an Stellen, wo si
häufig sind. Mehr oder weniger große, stärker oder schwäch
leuchtende Punkte durchkreuzen die Luft nach allen Richtung
glänzen einen Moment und zeigen sich dann an einer entfernte
Stelle. Nicht bei allen Gattungen von Leuchtkäfern ist der Flu
übereinstimmend: einige erheben sich zehn oder zwölf Fuß hoch,
oder noch höher; andere im Gegentheil bleiben nur einige Fuß vo
der Erde; die meisten fliegen horizontal; aber an sumpfigen St
len findet man eine kleine Art, welche sich wie ein Funke in e
schiefen Richtung in die Höhe schleudert, einen Moment fun
und dann verschwindet. Es ist bekannt, daß die Leuchtkäfer d
Eigenschaft besitzen, die leuchtende Substanz, welche sie führen
zu verbergen oder zu schwächen; aber auch selbst in diesem F
offenbart sich ihre Gegenwart durch die gelbe Farbe der Stelle,
welcher sie verborgen ist, und wenn die Thiere leben, so ist d
von ihnen ausgehende Helligkeit oft hinreichend, um im Dunk
die nächsten Gegenstände zu unterscheiden. Als ich eines Aben
in der Umgegend von Rio Janeiro spatzieren ging, bemerkte i
auf der Erde eine helle Scheibe von mehr als einem Zoll Durch
messer. So wie ich näher kam, floh das Licht von mir; ich fi
an zu laufen, es verdoppelte seine Geschwindigkeit; jedoch ka
ich hinreichend nahe, um zu bemerken, daß in der Mitte d
Scheibe ein heller Punkt sey, und mich zu überzeugen, daß dies
Licht von einem kleinen Insecte ausginge, welches nach langer Ver
folgung unter eine Gartenthür kroch und mir entging."

Ob unsere Johanniswürmchen im Stande sind, die Ersche
nungen zu erzeugen, welche hier und da erzählt werden? Wie e
sich aber auch hiemit verhalten möge, so glaube ich, daß die Un
tersuchung des ganzen Gegenstandes mit Unrecht in die Lehrbüch

Meteorologie verwiesen ist, daß es vielmehr ein chemisches r physiologisches Phänomen ist.

Ich wende mich zu einem Phänomene, welches sehr häufig gleiter der Gewitter ist, und dessen Erklärung sehr schwierig ist, dem Hagel [96]). Wenn dieser herabfällt, so findet entweder eigentliches Gewitter Statt, oder es hat die Luftelectricität doch n sehr hohen Grad von Stärke. Dieses ist auch der Grund, shalb ich dieses Phänomen nicht schon bei den übrigen Hydrometeoren abgehandelt habe.

Man pflegt den Hagel häufig in zwei oder auch in drei Klassen abzutheilen. Die erste Klasse bezeichnet man mit dem Namen Graupeln (grésil). Meistens sind dieses vollkommen runde, selten durch einzelne Hervorragungen von der runden Gestalt weichende Körner, deren Durchmesser größtentheils kleiner als Linie ist, aber auch bis zu zwei Linien steigen kann. Die einzelnen Körner sind stets undurchsichtig, mehr oder minder der ..iße des Schnees sich nähernd; bei größerer Dicke nehmen sie weilen einen dünnern Ueberzug von Eis an. Diese Klasse von gel zeigt sich besonders im Winter und Frühlinge, und es findet bei nicht immer ein Gewitter Statt, ja meinen Erfahrungen olge kommen sie größtentheils ohne Gewitter zur Zeit von ürmen und heftigen Bewegungen der Atmosphäre.

Von den Graupeln unterscheidet man den eigentlichen Hagel, cher sich besonders im Sommer zur Zeit von Gewittern zeigt. hat gewöhnlich eine birn- oder pilzartige Gestalt, eine Spitze

---

) Ausführliche Literatur über den Hagel von Muncke in Gehler's Wörterbuch, Art. Hagel. Lichtenberg über den Hagel in seinen Schriften VIII, 85. Volta sopra la grandine in Volta Opere T. I. P. II. p. 353. Ursprünglich in Brugnatelli's Giornale di Fisica 1808 und den Memorie de l'Istituto nationale Italiano T. I. Part. II, daraus in Gehlen's Journal VII, 67. Prechtl Beiträge zur electrischen Meteorologie in Gehlen's Journal VII, 241. L. v. Buch über den Hagel in den Abh. d. Berl. Acad. 1814 u. 15. S. 73. Arago über den Hagel in Poggendorff's Annalen XIII, 344. Ideler über den Hagel, daselbst XVI, 499 u. XVII, 435. Bellani's Abhandlung in Brugnatelli's Giorn. T. X. p. 369 konnte ich nicht erhalten. Olmsted über die Ursachen der Hagelwetter in Schweigger-Seidel's neuem Jahrbuch I, 154.

oben und ein halbkreisförmiges Segment an der gegenüberstehen den Seite 97). Die Körner fallen meistens dergestalt, daß die Spitze stets nach oben gerichtet ist, wie dieses Buch bei verschiedenen Hagelwettern beobachtet hat und wie es von selbst aus der Lage des Schwerpunktes folgt. Buch fügt die auch von andern Beobachtern bemerkte Thatsache hinzu, er habe nie vollkommen durchsichtige Hagelkörner getroffen, sondern stets seyen sie milchig und trübe, mit verschiedenen Schichten gewesen. Bei allen Hagelwettern, wo ich Beobachtungen anstellte, habe ich die Richtigkeit dieser Behauptung gefunden; bei den heftigern Niederschlägen jedoch fand ich um die Körner stets einen glänzenden Ueberzug, ob dieser aber aus Wasser oder aus einer durchsichtigen Eisrinde bestand, ließ sich nicht immer entscheiden. Ich bin jedoch geneigt diesen Ueberzug für Eis zu halten, wie folgende Erfahrung beweist. Bei dem heftigsten von mir beobachteten Hagelwetter am 11ten Junius 1827 lernte ich mehrere Thatsachen kennen, welche nicht nur die Existenz dieser Eisrinde bewiesen, sondern auch zugleich mehrere merkwürdige Umstände in Betreff der Aenderung der Gestalt während der Dauer der Entladungen zeigten. Anfänglich nämlich, wo das frisch gebildete Gewitter sich dem Zenith näherte, fielen einige große Regentropfen, die bald aufhörten und nach kurzer Zeit fielen Hagelkörner von 1 bis 2 Linien Durchmesser von der birnförmigen Gestalt, die Buch angiebt, und mit einem glänzenden Ueberzuge versehen. Der Hagelschlag hörte nach wenigen Minuten auf, es erfolgte Regen, und nach einer Pause zeigte sich neuer Hagel, unten bereits mit einem glänzenden Meniscus von Eis umgeben, dessen Dicke im Maximum etwa 0,2 bis 0,3 Linien betrug. Eben so wie es in der Regel beim Schnee der Fall ist, war die Gestalt der Hagelkörner bei jedem Niederschlage nahe dieselbe 98); trat aber nach einer Pause ein neuer Niederschlag ein, so war die Form geändert und das Eis erhielt bei den später herabfallenden Körnern ein immer größeres Uebergewicht. Es waren nämlich bei den spätern Niederschlägen meistens vollkommen runde und undurchsichtige Graupeln, welche den Kern des Hagels bildeten, einen Durchmesser von noch nicht einer Linie hatten, aber so dick mit Eis umgeben waren, daß gar

97) Buch in Abh. d. Berl. Acad. 1814.

98) Bd. I. S. 410.

e Masse einen Durchmesser von 2 bis 4 Linien hatte. Das
selbst war völlig durchsichtig und nur in den einzelnen Körnern
ste ich zuweilen kleine Luftbläschen zu bemerken, ohne indeß
letztere Wahrnehmung für völlig entschieden auszugeben.
ge dieser Massen glichen vollkommen dreiseitigen Kugelsectoren,
Gestalt, welche Delcros für die allgemeine hält[1]); andere
ren im Allgemeinen planconvexen Linsen, ebenfalls mit einem
e in der Mitte. Diese Gestalt hatte auch Adanson bei einem
itter zu Paris am 7ten Julius 1769 beobachtet. Die plan-
exen Linsen hatten einen Durchmesser von 9 Linien und waren
rchsichtig und regelmäßig gebildet, daß sie beim Hindurch-
die Gegenstände ohne Verzerrung vergrößerten [1]). Diese
ommen regelmäßige Gestalt hatten die von mir beobachteten
en nicht, war auch die ebene Seite vollkommen glatt, so
en sich auf der abgerundeten eine Menge kleiner kugelförmiger
hungen. Obgleich ich bei diesem länger als eine Stunde (mit
chselnden Pausen) anhaltenden Hagelwetter die Gestalt vieler
er beobachtete und alle Thatsachen sogleich aufzeichnete, finde
ein einziges vollkommen durchsichtiges Korn erwähnt. Aus
m gleichzeitigen Vorkommen von undurchsichtigem Schnee-
und durchsichtigem Eise, folgert Arago mit Recht, daß es
wahrscheinlich sey, daß Kern und Rinde sich auf verschiedene
gebildet haben [2]).

Delcros hält die Gestalt dreiseitiger Kugelsegmente für die
meinste, und er glaubt, der Hagel bilde sehr große Kugeln mit
weißlichen Kern im Centro, umgeben von einer Eiskugel,
e nach außen von einer in Zacken auslaufenden Hülle mit aus-
lten Zwischenräumen umgeben sey. Diese Kugeln sollen dann
eine Explosion zerplatzen, so daß nur ihre Bruchstücke, jene
ischen Pyramiden, auf die Erde fallen. Delcros fügt
, er habe die nicht zerplatzten Kugeln bei einem Hagelwetter
Braconnière im Departement Mayenne gesehen, welche die
Dachschiefer zerschlugen und viele Verwüstungen anrichteten.
Muncke bemerkt mit Recht gegen diese Annahme von Del-

Bibl. univ. XIII, 154. Gilbert's Annalen LXVIII, 323.
Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 347.
Poggendorff's Annalen XIII, 346.

verwüstete, Hagelkörner von 2, 3, 4 bis 12 Loth an G
wicht [14]). In demselben Jahre waren viele verheerende Gewi
ter, namentlich am 9ten Junius in Trient, wobei Hagelkör
von 8 bis 16 Unzen Gewicht die Dachziegel zerschmetterten [15])
Im Jahre 1802 fiel bei Annaberg Hagel, wovon einzelne Stü
ein Pfund wogen, und bei Buck im Posener Departement von d
Größe einer geballten Mannsfaust [16]). Im Jahre 1801 h
Muncke in Hannover Hagelkörner von 8 Loth Gewicht in Men
gewogen, allein keins von 16 Loth Gewicht; in Herrenhaus
aber fand man in der Dammerde des botanischen Gartens a
andern Tage Eindrücke wie durch die Unterschaale einer mittle
Kaffeetasse gemacht, welche auf Hagelkörner von mehr als e
Pfund Gewicht deuteten [17]).

Es ließen sich diese Erzählungen von großem Hagel n
durch viele andere vermehren, vielen Thatsachen fehlt es indes
an hinreichenden Beweisen. Es mag nicht selten gesche
seyn, daß mehrere erst an der Erde zusammengeschmolzene S
sen als vom Himmel herabgefallene angesehen wurden. Anga
aus ältern Chroniken, wie sie uns Scheuchzer mittheilt,
daher ohne Gewicht. Zuweilen gränzen die Erzählungen
Abenteuerliche. So theilt Gilbert [18]) aus öffentlichen Blätt
folgende Erzählung mit: Am 8ten Mai 1802 fiel in Ungarn
dem Dorfe Putzemischel während eines Gewitters und Hagelw
ters ein viereckiger Eisklumpen aus der Luft, 3 Fuß lang, 3 F
breit und 2 Fuß hoch. Acht Männer vermochten nicht, ihn a
zuheben; man schätzte ihn auf 11 Centner und nach 3 Tagen fa
man noch Ueberbleibsel davon. Nicht weit davon lag noch ei
zweiter Hagelklumpen von der Größe eines guten Reisekoffer
Muncke, welcher diese Thatsache mit Recht in Zweifel zie
fügt noch eine andere eben so abenteuerliche Erzählung hinz
wonach in Mysore eine Hagelmasse von der Größe eines Eleph
ten herabgefallen seyn soll [19]). Eben so sollen in Potsdam

---

14) Schweigger's Jahrb. N. R. VIII, 84.
15) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 33.
16) Gilbert's Annalen XVI, 75.
17) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 34.
18) Gilbert's Annalen XVI, 75.
19) Gehler's Wörterb. V, 36.

re 1767 Massen von der Größe eines Kürbisses herabgefallen
, fast alle Fensterscheiben zerschlagen, mehrere Ochsen getöd-
und einem Bauer einen Arm abgeschlagen haben. Mit diesem
r angeführten Hagel aber verhält es sich nach Nicolai's
nmlung von Anekdoten über Friedrich II. folgendergestalt. Ein
nder, der von Berlin kommend, dem Könige in Potsdam
gestellt wurde, antwortete diesem auf die Frage, was es in
lin Neues gäbe, man erwarte dort baldigen Krieg. Der Kö-
um die Berliner auf andere Gegenstände zu bringen, ließ
h einen seiner Vertrauten die Erzählung von jenem Hagelwetter
hzeitig in die beiden Berliner Zeitungen rücken und diese wurde
hier aus weiter verbreitet. Obgleich von Potsdam, wo es
ig heiteres Wetter gewesen war, viele Widerlegungen einlie-
wurde keine von diesen aufgenommen.

Zuweilen enthält der Hagel fremdartige Massen in sich ein-
hlossen. So erzählt Maternus von Cilano, er habe im
nius in einem trierischen Dorfe in den gefallenen Hagelsteinen
ne Spreu mit Schnee umgeben und mit Eisrinde überzogen
bachtet [20]), und er fügt hinzu, daß Scheuchzer [21]) und
omondus [22]) dasselbe gesehen hätten. Bei einem Hagelwet-
in Flandern enthielten einige Hagelkörner eine dunkelbraune
bstanz [23]) und eben so hat man auf dem Paramo von Guancos
iner Höhe von 2300t rothen Hagel gefunden [24]). Im Jahre
55 fiel beim Toben des Katlegiaa auf Island ein Hagel, von
hem jedes Korn etwas Sand oder vulkanische Asche enthielt [25]).
diesen Fällen ist es leicht begreiflich, wie die in die Höhe ge-
nen Massen dann, wenn ihre Temperatur hinreichend niedrig
, die Mittelpunkte von Hagelkörnern werden konnten, indem
der Dampf auf ihrer Oberfläche niederschlug. Schwieriger
sind die beiden folgenden Thatsachen zu erklären. Es fiel
lich im Jahre 1821 in Irland Hagel mit einem eingeschlosse-

) Hamburger Magazin XVII, 80.
) Breslausche Sammlungen IX, 90.
) Fromondus Meteorol. lib. V. cap. 8. p. 342.
) Phil. Trans. No. 203. p. 858.
) Humboldt in Schweigger's Jahrb. N. R. XIV, 452.
) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 37.

nen metallischen Kerne, welchen Pictet deutlich für Schwefelkies erkannte [26]). Diese von Gilbert bezweifelte Thatsache ist durch ein ähnliches Phänomen in Sibirien bestätigt worden. In den Hagelkörnern, welche am 15ten August 1824 zu Sterlitamansk im Orenburgischen Departement herabfielen, wurden Octaeder von etwa 3 Linien Seite und fast 1 Linie Höhe gefunden, welche nach der Untersuchung von Eversmann den goldhaltigen Schwefelkiesen von Beresowsky glichen [27]).

Die Hagelwetter zeigen sich meistens am Tage, und da sie in der Nacht seltener vorkommen, so wurde wohl angenommen, daß sie in der Nacht nicht Statt finden, ja daß zu ihrer Entstehung das Tageslicht erforderlich sey [28]). Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß es während der Nacht wenige Beobachter giebt, und daß es im Dunkeln sehr schwer wird zu bestimmen, ob die herabfallenden Massen Hagel oder Regentropfen sind. Wenn der Beobachter nicht Hagel selbst sammelte, oder das Hagelwetter keinen bedeutenden Schaden anrichtete, so findet er ihn am Morgen meistens geschmolzen und er hält also den Niederschlag für Regen. Jedoch ist eine ziemliche Anzahl nächtlicher Hagelwetter bekannt. So beobachtete Hasselquist einen nächtlichen Hagel auf seiner Reise nach Palästina [29]), eben so Péron in der Nacht vom 14ten bis 15ten Junius 1802 auf der Küste von Neu-Holland [30]), und in demselben Jahre war ein sehr starkes nächtliches Hagelwetter bei Buck im Regierungsbezirke Posen [31]); eben so bemerkt Wöllner, daß er das Fallen des Hagels während der Nacht beobachtet habe [32]). Am 30sten Januar 1741 fiel Nachts zu Montpellier Hagel [33]). Auch Bellani führt drei ihm bekannte nächtliche Hagelwetter an; eins am Comersee um Mitternacht vom 27—28sten August 1778, das zweite daselbst und um dieselbe

26) Gilbert's Ann. LXXII, 436.
27) Ebend. LXXVI, 340.
28) Maternus v. Cilano von den Ursachen des zur Nacht fallenden Hagels, im Hamburger Magazin XVII, 76.
29) Hasselquist Reise S. 17.
30) Péron Voyage I, 341.
31) Gilbert's Annalen XVI, 75.
32) Kastner's Archiv I, 311.
33) Mém. de l'Acad. 1741. p. 218.

it vom 19ten bis 20sten August 1787, und das dritte bei An-
ich des Tages im Julius 1806 [34]). In der Nacht vom 25sten
26sten Julius 1822 fand ein sehr lebhaftes Gewitter Statt,
lches nach den von Raschig eingezogenen Nachrichten um Mit-
nacht in Meißen war, und bei dem so viel Hagel fiel, daß man
Früchte nicht mehr erkennen konnte, welche auf den Aeckern
tanden hatten, und Hunderte von Staaren erschlagen auf dem
de fand [35]). Auch im Waadtlande richtete ein Hagelwetter in
Nacht vom 22sten bis 23sten Julius 1826 vielen Schaden
den Weinbergen an [36]). Nachdem am 16ten Julius 1829 in
lle schon Nachmittags ein Gewitter gewesen war, erhob sich
gen 11 Uhr Abends ein zweites mit heftigem Regen und Hagel,
bei einige von mir gesammelte Körner einen Durchmesser von
hr als 2 Linien hatten.

Obgleich die eben erwähnten Fälle, welche ich größtentheils
s den Arbeiten von Arago, Ideler und Muncke entnom-
n habe, hinreichend zeigen, daß auch während der Nacht Ha-
l entstehen könne, so halte ich es für zweckmäßig, bei dem all-
mein herrschenden Vorurtheile über die Unmöglichkeit von nächt-
chem Hagel, die von Maternus von Cilano gesammelten
fahrungen [37]) hinzuzufügen. Scheuchzer erzählt folgende
lle: Im Jahre 1449 ereignete sich am Montage vor Oswald
e ungewöhnliche Witterung zu Basel um 10 Uhr Abends mit
etterleuchten, Donner, Sturm und Hagel. Auf St. Peter
d Pauli Abend 1502 kam zu Zürich über den Berg Albiß
solch grausames Wetter, dergleichen sich niemand zu gedenken
chte. Der Hagel erschlug alles eine halbe Meile ob der Stadt.
n 21sten Junius 1574 um Mitternacht haben sich zwei schwere
witter zugetragen, da der Strahl in viel Bäume geschlagen.
Wagenthal fielen Hagelsteine wie Hühnereier. Den 20sten
gust eben dieses Jahres zu angehender Nacht hat der Hagel im

4) Brugnatelli Giornale X, 369. Muncke in Gehler's Wörterb. V, 47. Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 344.

5) Gilbert's Annalen LXXII, 434.

6) Bibl. univ. XXXIII, 50.

7) Hamburger Magazin XVII, 97.

Veltlin an etlichen Orten großen Schaden gethan. Den 18te Mai 1578 auf den Abend kam ein schweres Gewitter mit große Hagel. Am Auffahrt Abende 1584 folgte ein schädlicher Hag über die Stadt und Landschaft Zürich. Den 4ten Junius 158 auf den Abend kam ein schwerer Regen, darunter eine Men Hagelsteine an Größe wie Bohnen. Den 14ten Julius 159 um Mitternacht fing es an erschrecklich zu blitzen und zu donner So schlug an der Hagel an vielen Orten, sonderlich im rothenbu ger Amte, lucerner Gebietes, daß keine Sichel auf das Feld ka Den 7ten Junius 1623 bei angehender Nacht fiel plötzlich ein u gestüm Wetter mit Schlagregen, Donner, Blitz und Hag Den 12ten Heumonats 1686 Abends um 9 Uhr hat sich ein gemeiner Hagel, meistens nur über die Stadt Zürich ausgeleer Diesen von Scheuchzer erzählten Thatsachen fügt der Verfas noch die folgenden hinzu: Den 11ten Julius 1689 ist in M und der Umgegend zwischen 9 und 10 Uhr erstaunlich großer H gel gefallen, der viel Schaden anrichtete. Den 4ten Julius 1 hat sich zu Triest zwischen 11 und 12 Uhr Nachts ein Gew mit Hagel entladen; eben so war am 25sten Julius 172 Nürnberg gegen 10 Uhr Abends ein Hagelwetter. Des Na zwischen dem 29sten und 30sten Julius 1723 hatte man in G ein erschreckliches Gewitter mit Hagelsteinen, welche so groß Nüsse, ja zum Theil so groß als kleine Hühnereier waren. D 14ten Mai 1724 war zu Käsmark in Ungern ein Sturm, we cher sich zwar vor Abends gelegt; doch entstand bald ein groß Wetterleuchten und um 9 Uhr Regen mit Hagel untermisch Den 24sten Mai 1725 war zugleich des Nachts ein starkes G witter in Eperies und der dabei gefallene Hagel that an viel Orten großen Schaden. Am 17ten Junius gegen 2 Uhr Mo gens fiel in demselben Jahre in der Oberpfalz Hagel. Den 11te Februar 1741 früh um 4 Uhr fiel zu Altona viel Hagel, eb dieses geschah daselbst am 23sten März 1751 früh um 5 Uhr und am 11ten November 1751 Abends um 7 Uhr. Am 27ste November 1750 fiel zu Bielitz in Oberschlesien Abends um 8 Uhr ungewöhnlich großer Hagel.

Diesen Thatsachen will ich noch einige andere hinzufügen welche ich in den Mannheimer Ephemeriden gesammelt habe, un welche sich vielleicht auf das Doppelte vermehren ließen, we

e darin mitgetheilten Tagebücher an allen Orten und in allen ahren sorgfältig verglichen würden. Ich will hier die einzelnen iederschläge nach den Orten mittheilen:

Andex: Regen und Hagel in der Nacht vom 17ten — 18ten August 1785 um 1¾ Uhr Morgens.

Berlin: Schnee und Hagel in der Nacht vom 3ten bis 4ten December 1786.

Brüssel: Hagel am 2ten Februar um 3 Uhr Morgens, um Mitternacht vom 25sten bis 26sten März und am 21sten November um 6 Uhr Morgens 1786; Gewitter, Regen und Hagel am 2ten Februar 1791 Morgens 6 Uhr.

Gothaab auf Grönland: Hagel in der Nacht vom 22 — 23sten October, 2 — 3 November, 28 — 29 November, 23 December um 6 Uhr, Nachts vom 28 — 29 December 1786; Schnee und Hagel in der Nacht vom 7 — 8 Januar, 8 — 9 Januar, 14 — 15 Januar, 2 März 6^h Morgens, Nachts vom 13 — 14 März, 26 — 27 März, 3 Mai um $5\frac{1}{2}^h$ Morg.; Regen, Schnee und Hagel in der Nacht vom 11 — 12ten Mai 1787.

St. Gotthardt: Gewitter, Schnee und Hagel um Mitternacht vom 7ten bis 8ten August 1782; Regen, Schnee und Hagel in der Nacht vom 22sten bis 23sten Julius 1784; Gewitter, Regen und Hagel in der Nacht vom 7 — 8ten August 1791.

München: Regen und Hagel am 14ten December 1786 Morgens um 5 Uhr, desgleichen am 30sten April 1787 um dieselbe Zeit, und in der Nacht vom 4ten bis 5ten Julius 1788.

la Rochelle: Gewitter in der Nacht vom 12 — 13 Julius 1788, um 5½ Uhr Hagel.

Rom: Regen und Hagel am 11ten Februar 1782 um 5 Uhr Morgens; am 21sten Januar 1784 um 6 Uhr M., am 24sten Januar 1784 um 4 Uhr M., am 30sten März 1784 um 5 Uhr M., am 21sten u. 22sten October 1784 um 7 Uhr M.; bloßer Hagel am 5ten April 1785 um 6 Uhr M., Regen und Hagel am 1sten März 1788 um

Bei dieser Schwierigkeit, die beiden Phänomene zu sondern, habe ich in den folgenden Tafeln die Zahl aller Tage, an denen Hagel herabfiel, in verschiedenen Gegenden größtentheils nach den Mannheimer Ephemeriden angegeben; dabei habe ich jedoch diejenigen Orte ausgeschlossen, an denen Hagel so selten war, daß ich annehmen mußte, der Beobachter habe auf dieses Phänomen nicht gehörig geachtet. Die Vertheilung im Jahre habe ich eben so wie bei den frühern Vergleichungen durch Procente aller Hageltage im Jahre ausgedrückt.

Frankreich und Niederlande.

Monat	la Rochelle	Middelburg	Brüssel	Franeck[er] [43]
Januar	1,25	2,17	1,38	2,9
Februar	1,50	1,67	1,00	1,4
März	1,25	2,50	1,63	2,5
April	1,62	3,00	1,75	3,8
Mai	0,88	1,50	1,37	1,8
Junius	0,13	0,17	0,88	0,4
Julius	0,38	0,43	0,12	0,1
August	0	0,71	0,25	0,5
September	0	0,86	0,25	0,4
October	0,50	2,50	0,12	1,0
November	0,75	2,83	0,50	5,2
December	1,00	1,83	1,00	2,1
Jahr	9,26	20,17	10,25	21,7
Winter	40,5	28,1	33,0	29,8
Frühling	40,5	34,7	46,3	36,4
Sommer	5,5	6,5	12,2	3,7
Herbst	13,5	30,7	8,5	30,2

Wir finden hier also jährlich etwa 10 bis 20 Hagelschauer, und diese sind folgendermaßen vertheilt:

Winter	32,8	Procent
Frühling	39,5	—
Sommer	7,0	—
Herbst	20,7	—

43) Cotte Mém. II, 357.

Deutschland.

Monat	Hamburg [44])	Lüneburg [44])	Berlin	Mannheim	Stuttgart [44])
nuar	0,20	0,50	0,14	0,25	0
bruar	0,30	0,85	0,29	0,42	0
ärz	0,90	1,55	0,57	0,83	0
ril	1,30	2,45	1,42	0,75	0,2
ai	0,10	1,70	0	0,50	0,6
nius	0,25	0,55	0,29	0,42	0,4
lius	0,10	0,15	0,43	0,33	0,2
guſt	0	0,25	0	0,25	0,2
ptbr.	0	0,10	0	0,50	0
tober	0	0,60	0,50	0,33	0,4
vbr.	0,10	0,35	0	0,58	0
cbr.	0	0,55	0,25	0,08	0
hr	3,25	9,50	3,89	5,24	2,0
inter	15,4	20,0	17,7	14,3	0
ühling	70,8	60,0	51,2	39,7	40,0
mmer	10,8	10,0	18,5	19,1	40,0
rbſt	3,0	10,0	12,6	26,9	20,0

Monat	München	Ander	Peißenberg	Tegernsee	St. Gotthardt	Sagan
nuar	0,17	0,25	0	0,12	0	0,50
bruar	0	0,25	0	0	0	1,25
ärz	0,42	0,25	0	0,25	0	1,83
ril	0,75	1,17	1,17	0,38	0	1,25
ai	1,08	1,25	1,08	1,12	0,7	1,67
nius	0,75	0,75	0,92	0,12	0,7	0,75
lius	0,67	0,33	0,67	0,25	0,9	0,08
guſt	0,50	0,50	0,58	0,88	0,8	0,25
ptbr.	0,25	0,25	0,25	0,13	0,2	0,25
tober	0,33	0,17	0	0,13	0,1	1,00
vbr.	0,33	0,17	0,25	0,12	0	0,75
cbr.	0,17	0,17	0	0	0	0,67
hr	5,42	5,51	4,92	3,50	3,4	10,25
inter	6,3	12,1	0	3,4	0	23,6
ühling	41,5	48,5	45,7	50,0	20,6	46,3
mmer	35,4	28,7	44,1	35,7	70,6	10,5
rbſt	16,8	10,7	10,2	10,9	8,8	19,5

4) Aus Buek Hamburgs Klima und Witterung S. 105.

Ich habe die Aufzeichnungen an mehreren andern Orten n
benutzt, weil es mir schien, als ob die Beobachter dieses Phä
men nicht mit gehöriger Aufmerksamkeit angegeben hätten; b
sehen wir z. B., daß in Erfurt von 1781 bis 1784, al
4 Jahren nur 2 Hagelschauer und zwar beide im Mai 17
vorkommen, so müssen wir nothwendig gegen Angaben dieser
mißtrauisch werden. Aus diesem Grunde habe ich nur die Re
tate derjenigen Journale mitgetheilt, welche mir das meiste Z
trauen zu verdienen scheinen. Die Größen, welche in der obi
Tafel gegeben sind, zeigen noch sehr bedeutende Differenzen; kü
tigen Meteorologen, welche eine größere Zahl von Beobachtu
benutzen können, als ich, muß es überlassen bleiben, diese V
hältnisse schärfer zu bestimmen; soll aber eine solche Untersuch
möglich werden, so ist vor allen Dingen erforderlich, daß
Beobachter eine größere Sorgfalt auf Reduction ihrer Tagebüch
wenden, als dieses häufig der Fall ist.

So unvollkommen auch die obigen Angaben sind, so gla
ich doch, daß es beim gegenwärtigen Zustande unserer Kenntni
erlaubt sey, das Mittel sämmtlicher Angaben als das mittle
Verhältniß anzusehen. Darnach finden jährlich 5 Hagelschau
Statt (genauer 5,17), also noch nicht halb so viel als an d
Küste Europa's, und diese sind folgendermaßen im Jah
vertheilt:

Winter	10,3	Procent
Frühling	46,7	
Sommer	29,4	
Herbst	13,6	

Diese Verhältnisse haben sich in Vergleich mit dem westlichen Eu
ropa sehr geändert, denn während dort etwa 4 Mal so viel Ha
gelschauer im Winter eintreten, als im Sommer, ist hier di
Zahl der Niederschläge von Hagel im Sommer dreimal größe
als im Winter; der Frühling hatte an der Westküste Europa's
zwar ebenfalls das Uebergewicht über die übrigen Jahreszeiten
jedoch ist dasselbe in Deutschland viel größer als dort. Diese kl
matischen Aenderungen der Verhältnisse beim Uebergange von de
Küste des atlantischen Meeres nach Deutschland erinnern an d
völlig analogen Uebergänge, die wir beim Regen und bei den Ge

ern fanden, aber sie sind weit bedeutender als bei irgend einer r Erscheinungen, und künftige Bearbeiter dieses Gegenstan- dürften sich wohl genöthigt sehen, Deutschland in dieser Hin- in mehrere untergeordnete Gruppen zu theilen.

Bei Vergleichung der Regenverhältnisse in Deutschland hte ich bereits auf den Umstand aufmerksam [*]), daß die nmerregen ein desto größeres Uebergewicht über die Winter- n erhalten, je weiter wir uns von den Ebenen entfernen. Und völlig ähnliche Erscheinung zeigt uns die Vergleichung des els. Bleiben wir bei dem südwestlichen Deutschland stehen, nden wir in Mannheim, Stuttgart und München folgende hältnisse;

Winter	6,9	Procent
Frühling	40,4	
Sommer	31,5	
Herbst	21,2	

iegen zeigen uns St. Andex, Peißenberg, Tegernsee und Gotthardt folgende Vertheilung

Winter	3,9	Procent
Frühling	41,2	
Sommer	44,8	
Herbst	10,1	

Sommer erhält also in der Höhe sogar ein Uebergewicht über Frühling.

Andern die tiefere Ergründung dieses nicht blos in physika- er, sondern auch in statistischer Hinsicht wichtigen Gegenstan- überlassend, wende ich mich zum

) Bd. I. S. 462.

Innern von Europa.

Monat	Ofen	Petersburg	Moscau
Januar	0	0	0
Februar	0	0,1	0
März	0,18	0,2	0
April	0,27	0,8	0,11
Mai	0,18	0,5	0,67
Junius	0,55	0,4	1,11
Julius	0,18	0,4	0,33
August	0	0,5	0,67
September	0,18	0,4	0,11
October	0	0,3	0
November	0	0,2	0
December	0	0	0
Jahr	1,54	3,8	3,00
Winter	0	2,7	0
Frühling	40,9	39,5	26,0
Sommer	47,4	34,2	70,3
Herbst	11,7	23,7	3,7

Nehmen wir das Mittel, so finden wir in den östlich von Deutschland gelegenen Gegenden von Europa jährlich etwa 3 Hagelschauer, und diese sind folgendermaßen vertheilt:

Winter	9,9 Procent
Frühling	35,5
Sommer	50,6
Herbst	13,0

Die Hagelschauer im Winter sind also fast ganz verschwunden, dagegen haben die im Sommer ein entschiedenes Uebergewicht erhalten. Namentlich fällt in Moscau 6 Monate hindurch kein Hagel. Obgleich nun zwar im Allgemeinen die Zahl der Hageschauer desto kleiner wird, je weiter wir uns von der Westküste Europa's entfernen, so ist es doch auffallend, daß sie in Moscau doppelt so groß ist, als in Ofen. Es ist zwar möglich, daß ungleiche Aufmerksamkeit der Beobachter Schuld an dieser Differenz ist; aber

nthümliche Richtung der Regenwinde in Moscau [46]), aus
cher wir bereits früher die große Häufigkeit der Regentage her-
tten, hat auf das öftere Vorkommen von Gewittern und Hagel-
uern in dieser Gegend gewiß einen nicht geringen Einfluß.

Aus Italien besitze ich hinreichend vollständige und Zutrauen
dienende Aufzeichnungen nur in Rom [47]), darnach finden wir
ende Größen:

Monat	Rom
Januar	0,55
Februar	0,73
März	1,18
April	0,45
Mai	0,27
Junius	0,27
Julius	0,09
August	0,09
September	0,09
October	0,18
November	0,18
December	0,91
Jahr	4,99
Winter	43,9
Frühling	38,1
Sommer	9,0
Herbst	9,0

Zahl der jährlich Statt findenden Hagelschauer ist in Rom
nahe eben so groß als in Deutschland, aber die Mehrzahl der-
n findet im Winter Statt, während die Hagelwetter im
nmer und Herbste fast verschwunden sind; auffallend aber ist
bei, daß im Herbste, wo es in Rom so häufig regnet, die
elschauer so selten vorkommen.

[46] Bd. I. S. 440.

[47] In dem Journal von Padua in den Mannheimer Ephemeriden wird
ft mehrere Jahre hinter einander kein Hagel erwähnt, was mir wenig
vahrscheinlich scheint.

Wenn nun gleich die obigen Untersuchungen uns die jährlich
Vertheilung der Hagelschauer kennen lehren, so giebt es doch
den betrachteten Districten Gegenden, welche sich entweder dur
große Seltenheit oder häufiges Vorkommen derselben auszeichne
Schon Scheuchzer machte darauf aufmerksam, daß in einig
Thälern der Schweiz, so in Wallis und in den meisten von
nach O ziehenden Thälern der Hagel so selten sey, daß oft
20 Jahren keiner falle [48]). Buch glaubt im Allgemeinen, d
die warmen Thäler, in denen Cretins vorkommen, vom Ha
verschont bleiben, so außer dem erwähnten Wallis das Thal v
Aosta; daß da, wo Kröpfe angetroffen werden, der Hagel s
selten sey [49]), so ist in Unter-Engadin der Hagel fast unbekan
Kröpfe dagegen sind häufig. Wenn die Thäler der Alpen aus de
Gebirge, das sie hoch und steil zu beiden Seiten begleitet,
endlich hervorkommen, so breitet sich die Fläche gewöhnl
einem Hügellande aus, das gegen die vorigen Engen eine F
scheint und nicht viel weniger erwärmt ist, als es das Th
Diese Flächen, ganz nahe am hohen Gebirge, werden j
vom Hagel verwüstet. Borgofranco, am Ausgange des
thales, ist kaum je in einem Jahre verschont worden, und S
sure, welcher die Häufigkeit des Hagels daselbst erwähnt,
hinzu, man habe beobachtet, daß in den am Fuße hoher Ge
belegenen Ebenen der Hagel in einer gewissen Entfernung
stärker und häufiger sey, als in größern oder kleinern Entfern
gen [50]). Leop. v. Buch führt ferner an, daß der Hag
Ivrea eben so häufig sey. In den Aemtern von Mendrisio
Lugano, am Abfalle der Alpen gegen Mailand, wird in allen
rechnungen von Gütern oder Pachtzinsen vorausgesetzt, daß
lich der zehnte Theil aller Producte vom Hagel zerstört werde
L. v. Buch glaubt ferner, daß der Hagel in höher
nen Gegenden nicht so häufig vorkomme, als in der Tiefe.
Cressier über dem See von Neufchatel verhageln die Wein
häufig; Lignières am Abhange des Chaumont liegt unmittel

…er Naturhistorie des Schweizerlandes III, 20.

…rl. Acad. 1814. S. 74.

…Reisen IV, 162. §. 972.

…n Schriften IV, 44. bei Buch l. l.

über, 1200 Fuß höher, es regnet hier zu gleicher Zeit sehr
rk, aber hagelt dann wenig oder auch gar nicht. Der Hagel
mehrt und vergrößert sich erst in der 1200 Fuß hohen Schicht
zum Grunde des Thales. Aus dem Thale von Travers
mmen im Sommer Gewitter hervor, welche sich über die
värmten Weinberge des Seeabhanges ziehen und große Hagel-
ner auf die Weinreben in dieser Gegend werfen. Im hoch-
enden Thale hatte es auch geregnet, ehe das Wetter die Tiefe
eichte, allein gehagelt nur wenig. Bei Clermont in Auvergne,
iz nahe am Fuße des Gebirges, sind Gewitter äußerst gemein,
) fast immer sind sie von Hagel begleitet, welcher die ganze Ge-
d verwüstet. Die Dörfer Blanzat, Chateaugué, Savat
einen jährlich zu dieser Zerstörung verdammt. Dagegen ver-
ert Herr de Savigné, Pfarrer in Vernet auf dem Gebirge,
; solche Wetter zwischen dem Mont d'or und Puy de Dome
bst selten sind, und daß er es in 23 Jahren nur ein einziges
il habe hageln sehen. Die Orte sind doch vielleicht von erstern
nicht eine halbe Meile entfernt, allein sie liegen auf dem Ge-
ge 1200 Fuß höher [52]).

Verbinden wir hiemit die oben erwähnten Erfahrungen von
aussure, nach denen auf den Hochgebirgen der Alpen zwischen
n Schnee häufig Graupeln gefunden werden, so müssen wir noth-
ndig annehmen, daß die Hagelkörner eben so, wie früher von
Regentropfen und Schneeflocken gezeigt wurde, erst während
Falles größer werden, daß sich also die Graupeln in Hagel
bilden. Ich glaube aber deshalb den höhern Gegenden nicht die
gelwetter absprechen zu dürfen, wie dieses das meteorologische
gebuch auf dem St. Gotthardt zur Genüge beweist. Die Kör-
waren da, hatten eine geringere Größe und kleinere Fallge-
vindigkeit, deshalb fügten sie in der Höhe den Feldern weniger
haden zu, als in der Tiefe. Landwirthe also, welche ihre
gaben der Hagelwetter von dem angerichteten Schaden abhän-
machen, werden daher weit seltener Hagel angeben, als Me-
rologen, welche sich mit Betrachtung des Phänomens selbst
häftigen.

---

[52]) Legrand d'Aussy Voyage d'Auvergne. 1788. bei Buch.

In den tiefer liegenden Gegenden zwischen den Wendekreisen ist der Hagel sehr selten. So ist er auf dem glühenden Strande von Cumana, wo sich nur selten Regen zeigen, ganz unbekannt [53]. Thibault de Chanvalon behauptet, es habe in Martinique nur ein Mal, nämlich im Jahre 1721, in der Ebene gehagelt, und es sey dieses Phänomen wegen seiner Seltenheit sehr aufgefallen [54]: eine Behauptung, welche Moreau de Jonnes für übertrieben hält [55]. Dagegen schon in einiger Höhe hagelt es öfter: so ereignet sich in Caracas (454 Toisen) etwa alle vier oder fünf Jahre ein Hagelschauer, und selbst in tiefern Thälern ereignet sich dieses zuweilen, aber stets macht ein solches Phänomen einen lebhaften Eindruck auf das Volk. Der Fall von Aerolithen ist bei uns nicht seltener, als der Hagel zwischen den Wendekreisen in einer Höhe, welche kleiner ist als 300 Toisen über dem Meere [56]. Und als Humboldt seine Reise auf dem Orenoco machte, so erzählte ihm der Pater Roman in der Mission Pararuma, daß es dort in der Mitte des vorigen Jahrhunderts während eines heftigen Gewitters gehagelt habe. Dieses ist, fährt Humboldt fort, das einzige mir bekannte Beispiel, daß es zwischen den Wendekreisen in einer Ebene gehagelt hat, deren Höhe nicht viel über dem Meeresspiegel liegt. Da es nun in der Höhe häufiger hagelt, so hält H. es für wahrscheinlich, daß die Körner während des Fallens schmelzen. Ich gestehe indessen, daß es beim jetzigen Zustande der Meteorologie sehr schwer wird zu erklären, weshalb es in Philadelphia, Rom und Montpellier in den heißesten Monaten, deren mittlere Temperatur 25° bis 26° erreicht [57]), hagelt, während dasselbe Phänomen in Cumana, la Guayra und überhaupt in den Ebenen der Aequinoctialgegenden unbekannt ist. In den vereinigten Staaten und im südli-

53) Humboldt Voyage XI, 15.

54) Voyage à la Martinique p. 135 bei Cotte Mém. II, 545.

55) Moreau de Jonnes sur le climat des Antilles p. 49. Muncke in Gehler's Wörterb. V, 45. und Humboldt Voyage VI, 350.

56) Humboldt Voyage IV, 196.

57) So hoch ist wenigstens in Rom die mittlere Temperatur nicht; diese im August nur bis 23¾ steigt. Bd. I. S. 119.

uropa ist zwischen den Breiten von 40° und 45° die Wärme der
iene im Sommer fast eben so groß, als zwischen den Wendekrei-
. Eben so ändert sich die Abnahme der Wärme nach meinen
tersuchungen sehr wenig. Wenn also der Hagel am Niveau
s Meeres zwischen den Wendekreisen deshalb fehlt, daß die Kör-
r in den tiefern Luftschichten geschmolzen werden, so müssen wir
nehmen, daß diese Körner im Momente ihrer Bildung in der
mäßigten Zone größer sind, als zwischen den Wendekreisen"[58]).

Ich halte indessen das Schmelzen der Hagelkörner für die
chtigste Ursache dieses Vorganges, welcher mit dem früher er-
ähnten Mangel des Schnees in Havannah[59]) in Verbindung zu
hen scheint. Wir haben gesehen, daß im Sommer (denn es
ndelt sich hier nur von der warmen Jahreszeit) die Wärme mit
: Höhe weit schneller abnimmt, als im Winter[60]); ist dieses
on im Mittel der Fall, so wird dieses noch weit leichter an den
gen geschehen, wo es sonst windstill ist, der Boden lebhaft von
: Sonne erwärmt wird. Dann wird wahrscheinlich die Wärme
t der Entfernung vom Boden sehr schnell abnehmen, während
f den glühenden Ebenen der Aequinoctialgegenden die Wärme
it regelmäßiger abnimmt. Das fallende Hagelkorn wird also
ischen den Wendekreisen hinreichend lange in der warmen Luft-
icht schweben, um ganz geschmolzen zu werden, was in un-
n Gegenden nicht möglich ist. Aus eben diesem Schmelzen der
rner müssen wir es uns wahrscheinlich erklären, weshalb der
gel in den warmen Thälern der Schweiz so selten ist.

Auch von andern Gegenden in niedern Breiten wird erwähnt,
der Hagel daselbst selten vorkomme. So erzählt Péron,
sich die ältesten Einwohner auf Isle de France nur eines ein-
n Hagelwetters erinnerten[61]); auch in Bornu ist er nach den
richten von Denham und Clapperton selten[62]). Auf dem

---

3) Humboldt Voyage VI, 350.

9) Bd. I. S. 407.

0) S. oben S. 134.

1) Péron Voyage I, 50.

2) Denham Narrative, Appendix Meteorol. observ. Poggendorff's Ann. X, 486.

In den tiefer liegenden Gegenden zwischen den Wendekreisen ist der Hagel sehr selten. So ist er auf dem glühenden Strande von Cumana, wo sich nur selten Regen zeigen, ganz unbekannt [53]). Thibault de Chanvalon behauptet, es habe in Martinique nur ein Mal, nämlich im Jahre 1721, in der Ebene gehagelt, und es sey dieses Phänomen wegen seiner Seltenheit sehr aufgefallen [54]): eine Behauptung, welche Moreau de Jonnes für übertrieben hält [55]). Dagegen schon in einiger Höhe hagelt es öfter: so ereignet sich in Caracas (454 Toisen) etwa alle vier oder fünf Jahre ein Hagelschauer, und selbst in tiefern Thälern ereignet sich dieses zuweilen, aber stets macht ein solches Phänomen einen lebhaften Eindruck auf das Volk. Der Fall von Aerolithen ist bei uns nicht seltener, als der Hagel zwischen den Wendekreisen in einer Höhe, welche kleiner ist als 300 Toisen über dem Meere [56]). Und als Humboldt seine Reise auf dem Orinoco machte, so erzählte ihm der Pater Roman in der Mission Pararuma, daß es dort in der Mitte des vorigen Jahrhunderts während eines heftigen Gewitters gehagelt habe. Dieses, fährt Humboldt fort, das einzige mir bekannte Beispiel, daß es zwischen den Wendekreisen in einer Ebene gehagelt hat, deren Höhe nicht viel über dem Meeresspiegel liegt. Da es nun in der Höhe häufiger hagelt, so hält H. es für wahrscheinlich, daß die Körner während des Fallens schmelzen. „Ich gestehe indessen, daß es beim jetzigen Zustande der Meteorologie sehr schwer ist, zu erklären, weshalb es in Philadelphia, Rom und Montpellier in den heißesten Monaten, deren mittlere Temperatur 25° bis 26° erreicht [57]), hagelt, während dasselbe Phänomen in Cumana, la Guayra und überhaupt in den Ebenen der Aequinoctialgegenden unbekannt ist. In den vereinigten Staaten und im südli-

53) Humboldt Voyage XI, 15.

54) Voyage à la Martinique p. 135 bei Cotte Mém. II, 545.

55) Moreau de Jonnes sur le climat des Antilles p. 49. Muncke in Gehler's Wörterb. V, 45. und Humboldt Voyage VI, 350.

56) Humboldt Voyage IV, 196.

57) So hoch ist wenigstens in Rom die mittlere Temperatur nicht; diese im August nur bis 23⅔ steigt. Bd. I. S. 119.

ıropa ist zwischen den Breiten von 40° und 45° die Wärme der
ene im Sommer fast eben so groß, als zwischen den Wendekrei-
. Eben so ändert sich die Abnahme der Wärme nach meinen
tersuchungen sehr wenig. Wenn also der Hagel am Niveau
Meeres zwischen den Wendekreisen deshalb fehlt, daß die Kör-
in den tiefern Luftschichten geschmolzen werden, so müssen wir
ıehmen, daß diese Körner im Momente ihrer Bildung in der
näßigten Zone größer sind, als zwischen den Wendekreisen" [58]).

Ich halte indessen das Schmelzen der Hagelkörner für die
btigste Ursache dieses Vorganges, welcher mit dem früher er-
hnten Mangel des Schnees in Havannah [59]) in Verbindung zu
ıen scheint. Wir haben gesehen, daß im Sommer (denn es
ıdelt sich hier nur von der warmen Jahreszeit) die Wärme mit
Höhe weit schneller abnimmt, als im Winter [60]); ist dieses
ın im Mittel der Fall, so wird dieses noch weit leichter an den
gen geschehen, wo es sonst windstill ist, der Boden lebhaft von
Sonne erwärmt wird. Dann wird wahrscheinlich die Wärme
der Entfernung vom Boden sehr schnell abnehmen, während
den glühenden Ebenen der Aequinoctialgegenden die Wärme
it regelmäßiger abnimmt. Das fallende Hagelkorn wird also
schen den Wendekreisen hinreichend lange in der warmen Luft-
cht schweben, um ganz geschmolzen zu werden, was in un-
Gegenden nicht möglich ist. Aus eben diesem Schmelzen der
ner müssen wir es uns wahrscheinlich erklären, weshalb der
gel in den warmen Thälern der Schweiz so selten ist.

Auch von andern Gegenden in niedern Breiten wird erwähnt,
der Hagel daselbst selten vorkomme. So erzählt Péron,
sich die ältesten Einwohner auf Isle de France nur eines ein-
n Hagelwetters erinnerten [61]); auch in Bornu ist er nach den
ichten von Denham und Clapperton selten [62]). Auf dem

) Humboldt Voyage VI, 350.

) Bd. I. S. 407.

) S. oben S. 134.

) Péron Voyage I, 50.

) Denham Narrative, Appendix Meteorol. observ. Poggendorff's Ann. X, 486.

Hochlande von Habesch kommen sehr starke Hagelschauer vor.
In Aegypten und Palästina, wo es selten regnet, kommt a
der Hagel nicht häufig vor, wie denn der Verfasser des Pen
teuch Hagelschauer zu den Wundern zählt, welche sich vor d
Auszuge der Juden aus Aegypten ereigneten.

Im hohen Norden, wo die Atmosphäre sehr wenig Dam
enthält und wo der Regen meistens in kleinen Tropfen herabfä
ist großkörniger Hagel selten, und Scoresby versichert, n
oft von ihm getroffen zu seyn [64]). Daß aber Graupeln auf Gr
land häufig vorkommen, geht aus den Beobachtungen von Gi
zu Gothaab auf Grönland aufs bestimmteste hervor.

Wenn ein Hagelwetter sich dem Zenith nähert, so hört m
meistens ein starkes Geräusch in der Luft, und diese selbst den A
bekannte Thatsache [65]) wird häufig als Vorbote eines Ha
schauers angesehen. Den 25sten Julius 1723 entstand in N
berg nicht gar eine halbe Stunde nach 9 Uhr Abends mit
heftigen Sturme aus NW schnell ein ungewöhnliches Geräu
der Luft, als wenn man ein großes Bund Schlüssel unter
der schüttelt. Einige Augenblicke darauf folgte großer Hag
Volta sah diese Thatsache als ein wesentliches Kennzeich
Hagelwolken an [67]). Unter mehreren Erfahrungen mög
folgende Erzählung von Morier erwähnt werden: „Die
Gegend um Nazik, südlich vom Araxes, hatte seit 40 Ta
keinen Regen gehabt, aber am Tage unserer Ankunft war hie
starkes Gewitter; dabei regnete es die ganze Nacht hindurch
stark, daß unsere Zelte ganz durchweicht wurden, und wir
genöthigt sahen, den folgenden Tag (5ten Novbr.) noch in N
zu bleiben. Am Abend zeigte sich eine höchst merkwürdige E
scheinung. Der Himmel war mit Gewitterwolken überzo
und wir erwarteten einen Regenschauer, als ein schreckliches
räusch gehört wurde, ähnlich demjenigen, welches eine
fortrauschende Wassermasse macht. Jedermann im Lager

---

63) Bruce Reisen III, 100.
64) Scoresby Account I, 424.
65) Lucretius de rer. nat. VI, 155.
66) Maternus von Cilano im Hamburger Magazin XVII,
67) Volta Opere I, II, 396.

h der Stelle, von welcher das Geräusch kam, in der Erwartung, ; ein schneller Strom durch das Bette eines in der Nähe des ers liegenden Baches fließen würde. Hier angekommen sahen kein Wasser. Aber immer größer wurde das Geräusch, und es sich uns näherte, wurden wir unruhig. Ein Jeder erwar- einen Orcan oder ein Erdbeben; endlich zeigten uns einige : große Hagelkörner, welche fast die Größe von Taubeneiern ten, daß die Quelle dieses Geräusches über uns war; als wir i in die Höhe sahen, entdeckten wir zwei heftige Luftströme, che die Wolken nach verschiedenen Seiten trieben, deren sammentreffen das vorher unerklärliche Geräusch hervor- chte." [68])

Dieses Geräusch wird theils durch die auf einander treffenden gelkörner, theils durch die heftigen Luftströme, welche fast allen Hagelschauern eintreten und die Wolken mit großer Schnel- keit nach verschiedenen Richtungen treiben, erzeugt. Man :f nur bei irgend einem Hagelschauer die Wolken aufmerksam sehen, um sich davon zu überzeugen; es ist ein Kampf der Ele- nte, wobei sich die Windfahnen mit unglaublicher Schnelligkeit ehen [69]). Ist aber auch das ganze Phänomen von lebhaftem turme begleitet, so ist es eine von mir mehrfach beobachtete iatsache, daß der Sturm bei jedem neuen Herabstürzen des igels an Heftigkeit zu gewinnen scheint. Bei dem heftigen Ha- schauer, von welchem Halle am 11ten Junius 1827 betroffen rde, fielen die großen Regentropfen fast vertical; so wie aber Hagel herabstürzte, hatten die Körner eine stark gegen die rticale geneigte Fallrichtung, sie näherten sich immer mehr der ticalen, so wie der Regen das Uebergewicht erhielt. Dieser rgang, welcher sich an jenem Tage mehrmals wiederholte, ist i mir auch in der Folge öfter beobachtet worden.

Fällt eigentlicher Hagel im Sommer, dann überzieht sich, n so wie wir dieses bei den Gewittern gesehen haben, der Him- l anfänglich mit weißen Cirris; allemal sah ich in diesen schon : Entstehung der tiefer ziehenden Cumuli Höfe oder Spuren von

---

68) Morier Second Journey p. 309. Schweigger's Jahrb. N. R. XXVI, 393.

69) Ideler in Poggendorff's Annalen XVII, 448.

Nebensonnen. Nur bei Stürmen im Frühlinge und Winter sah ich es aus einem einzigen schnell in einen Nimbus verwandelten Cumulus auf heiterm Grunde hageln; im Sommer habe ich stets zwei Wolkenschichten bemerkt, ein Umstand, auf welchen auch Volta aufmerksam machte und den er für wesentlich nöthig bei seiner Theorie hielt. Die Hagelwolken selbst scheinen eine große Dicke zu haben und unterscheiden sich von andern Gewitterwolken durch einen sehr merkwürdigen aschgrauen Farbenton. An den Rändern sind sie vielfach zerzaust und auf der Oberfläche zeigen sich hie und da sehr große unregelmäßige Auswüchse, so daß sie geschwollen zu seyn scheinen [70]. Zu andern Zeiten bilden die Hagelwolken einen traubenartigen Schlauch, welcher sich im Fortgange tiefer herabsenkt und zuletzt fast die Erde berührt, ehe er sich seiner Bürde entledigt [71]. Ideler theilt noch eine von Péron gemachte Erfahrung mit, welche ebenfalls die Existenz verschiedener Wolkenschichten beweist: „Der 7te December bot uns eine Erscheinung dar, von der vielleicht kein zweites Beispiel in den Annalen der Meteorologie existirt. Den ganzen Morgen dieses Tages war das Wetter sehr schön, der Himmel und das Meer ganz ruhig gewesen. Nachmittags ging der Wind auf einmal nach NW über [72] (en souflant par rafales); eine ungeheure Masse schwarzer Wolken durch die Windstöße vom Gipfel der blauen Berge zurückgeworfen, stürzte in die Ebene hinab. Diese Wolken waren so schwer, daß sie gleichsam die Oberfläche der Erde bestrichen. Die Hitze war erstickend, das Réaumursche Thermometer stieg plötzlich von 18° auf 27°. Bald öffneten sich die Wolken mit einem ungeheuern Lärmen, die Blitze blendeten unser Gesicht, und überall sah man die Strahlen in Schlangenlinien von blauer Farbe herabstürzen. In diesem Augenblicke des Sturms wehte der Wind aus allen Punkten des Compasses und seine Heftigkeit nahm in dem Maaße zu, als die Unordnung und Wechsel in der Richtung bedeutender wurde. Jedesmal wenn ein Strom großtropfigen Regens herabgefallen war, hofften wir das Ende des Gewitters, aber jedesmal kam aus dem Schooße der

70) Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 345 u. 354.

71) Muncke in Gehler's Wörterb. V, 42.

72) Die Erfahrung wurde in Sidney Town in Neuholland gemacht.

iher gelegenen Wolke, die bei weitem schwärzer war, als
e übrigen, ein reichlicher Hagel herab." [73])

Die Hagelschauer, welche sich stets durch eine bedeutende
epression der Temperatur auszeichnen, sind, wie dieses bereits
i Carla und L. v. Buch gezeigt haben, rein locale Phä-
mene und selten verbreiten sie sich über einen größern Raum.
eistens sind die getroffenen Stellen schmal, ja nach Musschen-
oek [74]) soll ihre Breite nur einige hundert Ellen betragen, wäh-
nd ihre Länge weit größer seyn kann. Wenige Hagelwetter sind
Betreff ihrer Verbreitung sorgfältiger untersucht worden, als
isjenige, von welchem Frankreich im Jahre 1788 betroffen
urde, und von welchem Tessier eine ausführliche Beschreibung
geben hat [75]). Das Gewitter begann im südlichen Frankreich
ühmorgens am 13ten Julius 1788, ging in wenigen Stunden
ber das ganze Königreich und erstreckte sich selbst bis nach Hol-
nd. Die vom Hagel getroffenen Orte bildeten zwei paral-
le, von Südwest nach Nordost gerichtete Zonen. Die eine
eser Zonen besaß eine Länge von 175 Lieues, die andere von
ngefähr 200. Die mittlere Breite der westlichen Hagelzone be-
ug vier Lieues, die der andern nur zwei. Auf den Raum zwi-
ben beiden Zonen, der im Mittel fünf Lieues breit war, fiel kein
agel, dagegen ein sehr starker Regen. Auch ostwärts von der
llichen, so wie westwärts von der westlichen Hagelzone regnete
stark. Ueberall ging dem Hagelwetter eine dicke Finsterniß
raus, und diese erstreckte sich selbst bis weit von den behagelten
egenden. Durch Vergleichung der Zeit, zu welcher es an den
rschiedenen Orten gehagelt hatte, fand sich, daß das Gewitter
n Süden nach Norden 16½ Lieues in einer Stunde zurückgelegt
iben mußte, und daß diese Geschwindigkeit in beiden Zonen genau
eselben gewesen war. Auf der westlichen Zone hagelte es in la
ochelle, wo es die ganze Nacht gewittert hatte, am 12ten um

73) Péron Voyage I, 396. bei Ideler in Poggendorff's Annalen XVII, 449.

74) Musschenbroek Introd. §. 2895.

75) Mém. de l'Acad. 1790. p. 266 bei Muncke in Gehler's Wörterb. V, 42. und Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 348.

$5\frac{1}{2}$ Uhr Morgens[76]), in Touraine bei Loches um $6\frac{1}{2}$ Uhr Morgens, bei Chartres um $7\frac{1}{2}^{h}$, zu Rambouillet um 8^{h}, zu Pontoise um $8\frac{1}{2}^{h}$, zu Clermont in Beauvoisis um 9^{h}, zu Douai um 11^{h}, zu Courtray um $12\frac{1}{2}^{h}$ und zu Vließingen um $1\frac{1}{2}^{h}$. In der östlichen Zone erreichte das Gewitter: Artenay bei Orleans um $7\frac{1}{2}^{h}$ Morgens, Andonville in Beauce um 8^{h}, die Vorstadt St. Antoine von Paris um $8\frac{1}{2}^{h}$, Crespy in Valois um $9\frac{1}{2}^{h}$, Cateau-Cambrésis um 11^{h}, Utrecht um $2\frac{1}{2}^{h}$. An jedem Orte hagelte es nur 7 bis 8 Minuten lang.

Sollten wir aber hier annehmen, daß dieses wirklich eine einzige Hagelwolke gewesen sey, welche diese ganze Strecke zurücklegte? Ich glaube hierauf mit Nein antworten zu müssen. So wie dieses bei Gewittern und andern Erscheinungen so häufig der Fall ist, bildeten sich beim weitern Fortschreiten stets neue Wolken, aus denen der Hagel herabfiel. Es war an jenem Tage selbst in Deutschland eine große Disposition zur Entstehung elektrischer Niederschläge, und daher finden wir auch viele Gewitter ohne daß sich ein bestimmter Zug nachweisen läßt. So war in den Tagebüchern in den Mannheimer Ephemeriden Abends um 6 Uhr Donner und um $7\frac{1}{2}$ Uhr Gewitter und Regen in Mannheim, um 8 Uhr Regen und Gewitter in Tegernsee, um 6 Uhr früh vom Peißenberge, in Erfurt um 9 Uhr. Auf dem St. Gotthard war Mittags ein Gewitter, und ein zweites fand Abends um 10 Uhr Statt. Selbst in Middelburg, wohin der Hagelschauer nach der obigen Zusammenstellung erst um etwa 2 Uhr kam, wird zwar bei der Mittagsbeobachtung ein Gewitter mit Regen erwähnt, aber schon neben der Beobachtung um 7 Uhr Morgens steht Gewitter mit Regen und Hagel.

Muncke macht noch auf einen andern Umstand aufmerksam, darauf nämlich, daß manche Jahre sich durch eine große Häufigkeit von Hagelschauern auszeichnen; im Allgemeinen sind nach ihm die wärmsten und fruchtbarsten Jahre auch die gefährlichsten in Rücksicht auf möglichen Hagelschaden. Des Beispiels

76) Ich habe dem Berichte von Arago, dem ich gefolgt bin, die Beobachtung zu la Rochelle aus den Mannheimer Ephemeriden hinzugefügt, ob ich es aber zu der östlichen oder westlichen Zone rechnen soll, lasse ich unentschieden, da es mir an Beobachtungen auf den Zwischenpunkten fehlt.

gen mögen nur folgende Fälle angeführt werden. Im Jahre 822 war am 7ten Mai ein furchtbares Hagelwetter in Bonn; 1 18ten Mai geringer Hagel in Heidelberg; am 9ten Mai ein chtbarer in Trient, wobei ein 16jähriges Mädchen auf dem lde so heftige Contusionen erhielt, daß es am dritten Tage dan starb; am 16ten Junius heftiger Hagel mit wenigem Sturm Darmstadt, Sinzheim u. s. w.; am 23sten Junius Sturm t Hagel bei Straßburg von solcher Heftigkeit, daß unter andern hrere Schornsteine herabfielen und eine Lage Bretter wie Karblätter in die Höhe gehoben und auch weggestreut wurde; am sten Junius richtete ein fürchterliches Hagelwetter bei Venedig oße Verwüstungen an, zerschlug viele Fenster, Früchte und ein, auch Pferde, welche nicht schnell genug untergebracht wern konnten; am 25sten Julius verwüstete ein starker Hagelschlag ele Felder in der Wetterau; am 1sten September war ein heftzer Regen im Ottowalder Grunde in Sachsen; am 21sten September desgleichen bei Marseille, und so dauerte es bis in den October, indem am 14ten dieses Monats ein Ungewitter mit Hagel Venedig und am 24sten in Genua große Verwüstungen anichtete [77]). Diese Häufigkeit von heftigen Hagelwettern in dem edachten Jahre ist um so interessanter, da sich diese Bemerkunen an dasjenige anschließen, was bereits oben S. 382 über die Witterungsanomalieen in den Jahren 1821 und 1822 gesagt wurde.

Die Entstehung des Hagels in der heißen Jahreszeit gehört zu den verwickeltesten Phänomenen der ganzen Meteorologie, nd es sind mancherlei Hypothesen zur Erklärung dieses Vorganges ufgestellt worden. Ohne jedoch bei den ältern Bemühungen der hysiker zu verweilen, möge es hier genügen, einige von den nsichten mitzutheilen, welche seit der Mitte des vorigen Jahrunderts gegeben sind. Nachdem durch Franklin's Bemühunen erwiesen war, daß die Gewitter electrischer Natur seyen, wurde auch der stets von Explosionen oder doch sehr starker Luftlectricität begleitete Hagel aus der Wirkung dieser Naturkraft bgeleitet. Es war namentlich Musschenbroek, welcher zuerst

77) Muncke in Gehler's Wörterb. V,43.

eine ausführliche electrische Theorie der Hagelbildung gab. Nachdem er nämlich gezeigt hatte, daß die im Winter und Frühlinge herabfallenden Graupeln aus gefrornen Regentropfen beständen, nimmt er für den Sommerhagel an, daß einige Wolken in der Region des ewigen Schnees schweben, daß also die Regentropfen zu Hagel gefrieren. Die Stärke der Electricität, welche diese Wolken besitzen, ist sehr ungleich. Begegnen sich Wolken von starker und geringer electrischer Intensität, so entreißen letztere den erstern ihre Ladung, es entsteht Donner und Blitz, und da sich nun die ihrer Electricität beraubten Theile der Wolke nicht weiter abstoßen, so vereinigen sie sich und bilden sich durch Gefrierung zu den größern Körnern aus. Dieser Hypothese steht der Umstand entgegen, daß häufig im Sommer Hagel ohne Gewitter vorkommt, daß also diese sichtbare Mittheilung der Electricität fehlt.

Mehrere Physiker folgten dieser Hypothese, indem sie dieselbe nur wenig abänderten. In der Folge bildete sie Monge weiter aus [79]). Er stellt dabei folgende Hauptsätze auf: 1) Die Wolken sind an sich electrisch, nehmen aber einen gesteigerten Grad der Electricität nur durch zufällige Bedingungen an. 2) Nur in dem letztern Falle findet Verdunstung Statt. 3) Sobald die electrische Ausdünstung anfängt, bildet sich um den Regentropfen eine Dampfatmosphäre, welche den Einfluß der umgebenden Wärme aufhebt. 4) Hieraus entsteht Kälte in dieser Atmosphäre, 5) welche sich allmählig bis in das Innerste des Tropfens erstreckt, 6) wodurch er in Eis verwandelt wird. 7) Ist die Eiskruste gebildet, so hört die electrische Verdunstung auf. 8) Das herabfallende Hagelkorn endlich verdunstet, wird hiedurch kälter und allmählig härter, so wie es durch die niedrigern Luftschichten herabfällt. Aus diesen theoretischen Sätzen sucht Monge die einzelnen bei der Hagelbildung vorkommenden Phänomene zu erklären, welches auch an sich nicht schwer seyn kann, da es hiezu im Ganzen nichts weiter als die Bildung von Eiskörnern bedarf, allein die Principien selbst sind nach Muncke keineswegs

78) Musschenbroeck Introd. §. 2395.

79) Journal de physique VII, 202. bei Muncke in Gehler Wörterb. V, 54.

nügend. Zuerst sind entschieden die Wolken sehr ungleich ctrisch, aber daß eine Verdunstung blos bei gesteigerter Electriæ it Statt finde, ist eine petitio principii.

Ohne hier die Ansichten von de Luc [80]), Lichtenberg [81]), mpadius [82]) und Andern zu erwähnen, wende ich mich zu der pothese von Volta, welche wegen der großen Verdienste, die sich Urheber um die Electricitätslehre erworben hatte und wegen der indlichen Durchführung der einzelnen Punkte einen großen Bei erhielt [83]). Um zuerst anzugeben, wie sich in der heißen Jah zeit in einer Region, welche tief unter der Schneegränze liegt, bedeutende Eismassen bilden können, nimmt er an, daß diese lte durch schnelle Ausdünstung entstehe, und diese Ausdünstung d befördert 1) durch die Sonnenstrahlen, welche mit großer ärke auf den obern Theil der Wolke scheinen; 2) durch die de Luc und Saussure gefundene große Trockenheit und rdünnung der über der Wolke stehenden Luft; 3) durch die sposition der Dunstbläschen; sich in elastischen Dampf zu verndeln, da die Bläschen selbst schon elastisch sind und sich gewißmaßen abstoßen; 4) durch die Electricität, welche die Verstung sehr befördert. Bei diesem Vorgange, wodurch die te Anlage der Hagelkörner, nämlich der erste Schneeflocken, get wird, ist die trockne Luft über der Wolke von größter Wichkeit; ist diese nämlich nicht hinreichend trocken, so wird auf obern Seite der Wolke zwar ebenfalls Verdunstung Statt fin, allein der elastische Dampf wird bald darauf wieder conden, und indem er die Gestalt von Dampfbläschen annimmt, d seine latente Wärme frei und die Erkaltung verzögert. Um e schnelle Verdunstung zu befördern, ist auch die Gegenwart Sonne wichtig, und daher treten die meisten Hagelwetter am ge ein.

Haben sich nun die ersten Embryonen der Hagelkörner get, so kommt es darauf an, daß sie sich weiter ausbilden, und lta hält dazu die Existenz zweier Wolkenschichten für ein

[80]) de Luc Idées II. sect. III. chap. 2.

[81]) Lichtenberg's Schriften VIII, 85.

[82]) Lampadius Atmosphärol. S. 163.

[83]) Volta Opere I, II, 363.

wesentliches Erforderniß. Wenn nämlich der elastische Dunst von der vorhandenen Wolkenschicht in die Höhe steigt, so kommt er in eine Gegend, welche anfänglich zwar trocken ist, aber bald daran gesättigt wird, und es bildet sich auf diese Art eine zweite, höher liegende Wolkenschicht. Diese beiden Wolkenschichten treten sogleich in electrischen Gegensatz, die aufsteigenden Dämpfe nämlich nehmen der untern Schicht ihre Electricität, und es erhält dadurch die obere + E, die untere — E.

Die Existenz von zwei oder mehrern electrischen Wolkenschichten und die Bewegung derselben giebt uns nicht nur einen Grund für die schnellen Aenderungen der Electricität bei Annäherung des Hagelwetters, sondern wir können nach Volta's Meinung daraus auch die ganze Ausbildung der Körner herleiten. Volta stützt sich bei dieser Herleitung auf den bekannten Versuch des electrischen Puppentanzes. Befestigen wir nämlich an dem Leiter der Electrisirmaschine eine horizontale Platte von einem Leiter und in einiger Entfernung unter ihr eine zweite, mit dem Boden in leitender Verbindung stehende, so werden leichte zwischen beiden Platten befindliche Körner abwechselnd angezogen und abgestoßen, sie hüpfen von der untern Scheibe nach der obern, um sogleich nachher nach unten zurückzukehren. Und ganz derselbe Vorgang findet beim Hagelwetter Statt. Die Schneeflocken, welche sich auf der obern Seite der untern Wolke befinden, haben mit dieser einerlei Electricität, sie werden abgestoßen, von der obern Wolke zugleich angezogen und bewegen sich nach oben. Hier angekommen, erhalten sie gleich die Electricität der obern Wolke, werden abgestoßen, sie erreichen die untere Wolke, dringen zum Theil in ihr Inneres, erhalten die negative Electricität der untern Schicht, und aufs Neue abgestoßen, bewegen sie sich wieder nach der obern Wolke. Durch diesen electrischen Gegensatz zwischen beiden Wolken erhalten also die Körner eine auf- und abwärts gehende Bewegung, und in dieser werden sie nicht eine oder mehrere Minuten, sondern ganze Stunden lang erhalten. Dabei vereinigen sich mehrere Flocken zu einem größern abgerundeten Korne, und indem dieses eine geringe Temperatur hat, so werden die Dämpfe, mit denen es in Berührung kommt, condensirt und sogleich in Eis verwandelt. Bei dieser Bewegung stoßen die Körner häufig zusammen, und es entsteht jenes eigenthümliche

usch, welches man vor Ankunft eines Hagelwetters hört. Sind
dlich die Körner hinreichend groß geworden, so ist die Electricität
: untern Wolkenschicht nicht mehr im Stande, der Einwirkung
: Schwere Widerstand zu leisten, sie durchdringen diese Schicht
d gelangen zum Boden.

So vielen Beifall die eben vorgelegte Theorie auch fand, so
t doch Prechtl bald darauf mit einer nähern Untersuchung
selben auf [84]), und in der Folge hat Bellani ebenfalls meh-
e Einwendungen gegen dieselbe gemacht [85]). Der wichtigste Ein-
rf betrifft die Erzeugung einer Kälte, welche hinreichend ist
s Wasser in Schnee zu verwandeln; Volta nimmt dazu die
rdunstung zu Hülfe, aber Prechtl zeigt, daß diese nicht hin-
chend sey, eine so bedeutende Temperaturdepression zu erzeu-
ı [86]). Volta nimmt dazu zwar die lebhafte Einwirkung der
nnenstrahlen an, allein es läßt sich nicht begreifen, wie diese oder
e andere Wärmequelle die Verdunstung einer Flüssigkeit deter-
niren können, ohne eine Erwärmung hervorzubringen, welche
: durch Verdunstung bedingte Temperaturverminderung ersetzte.
ellani bedeckte zur Prüfung dieser Ansicht zwei Thermometer-
geln mit nasser Leinwand und setzte sie der freien Luft aus, und
ar das eine im Schatten, das andere im Sonnenlichte. Hier-
f bemerkte er wohl an der das letztere Thermometer bedeckenden
ichten Leinwand eine stärkere Verdunstung, als an der andern,
r der Stand der Quecksilbersäule zeigte an derselben eine höhere
mperatur an [87]).

Hält es nun schon sehr schwer, die bedeutende Erkaltung
s der bloßen Verdunstung herzuleiten, so glaube ich ferner, daß
von Volta beschriebene Prozeß der Wolkenbildung nicht der
ıtige sey, oder daß er wenigstens nicht in allen Fällen natur-
näß sey. Volta nimmt nämlich an, die obere Wolkenschicht
stehe dadurch, daß die von der untern aufgestiegenen Dämpfe
den höchsten Regionen der Atmosphäre condensirt werden. Ich
e aber bei den Hagelschauern im Sommer, wo ich schon einige

4) Gehlen's Journal VII, 241—282.

5) Brugnatelli Giornale T. X.

6) In seiner Abhandl. §. 12 fg.

7) Ideler in Poggendorff's Ann. XVII, 456.

Stunden vorher die Aenderungen im Ansehen des Himmels auf-
merksam verfolgte, stets einen entgegengesetzten Prozeß beobach-
tet. Es bildeten sich einige Stunden vorher einzelne Cirri, u
denen größere Höfe um die Sonne erschienen, sie nahmen immer
mehr an Dichtigkeit zu, und erst wenn der Himmel ein weiß
Ansehen hatte, bildeten sich die tiefer schwebenden Cumuli wei
aus, und mit großer Schnelligkeit verwandelten sich diese in Nimbi
Schon dieser Umstand macht die Erkaltung der untern Wolke durch
Verdunstung wenig wahrscheinlich.

Aber selbst wenn wir diese Schwierigkeiten übersehen, wen
wir auch zugeben wollen, daß die erste Bildung der Schneeflocken
auf die Art möglich sey, wie Volta sich vorstellt, so ist doch na
Prechtl's richtigen Bemerkungen die weitere Ausbildung der
Körner auf die angegebene Art unmöglich [88]). Indem Volta di
Bewegung der Hagelkörner auf den electrischen Puppentanz zurück
führt, begeht er nämlich den Fehler, daß er die Wolke als e
festen Körper ansieht, auf dessen Oberfläche die erlangte Ge
schwindigkeit der Körner zerstört wird. Dieses jedoch ist u
richtig. Selbst wenn wir annehmen, daß die Electricität der
den Wolken hinreichend stark sey, um die Einwirkung der Sch
ganz zu überwältigen, so ist es doch kaum möglich sich vorzuste
wie diese Bewegung, die doch auf Gebirgen öfter wahrgenomm
werden müßte, bisher aber noch von Niemandem bemerkt ist
anfangen könnte. Die Schneeflocken bilden sich auf der Ob
fläche der untern Wolke selbst und machen einen Theil von de
aus, es hält also sehr schwer, sich vorzustellen, wie die Wolke
Stande sey, einen Theil von sich selbst abzustoßen, ohne daß
zugleich ihre ganze Masse zerstreue. Wird es nun so schwier
sich den Anfang der Bewegung vorzustellen, so begreift man n
weniger, wie das von der obern Wolke zurückgekehrte Hagelk
sich aufs Neue nach oben bewegen könne, da es jetzt in das I
nere der Wolke dringt und noch inniger mit ihr verbunden
Nehmen wir bei dem electrischen Puppentanz statt der untern M
tallplatte eine Wasserfläche, so wird die Adhäsion zwischen di
und den tanzenden Körpern so bedeutend, daß die ganze Bew
gung aufhört, und dieser sowohl von Prechtl als Bellani

88) Prechtl in seiner Abhandl. §. 28.

89) Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 359.

ellte Versuch macht es wahrscheinlich, daß auch bei den Wol-
, wo die Abstoßungskraft noch kleiner ist, als bei stark wirken-
Maschinen, diese Bewegung nicht Statt finde.

Es sind noch mehrere Umstände angeführt worden, um die
tehung des Hagels durch Electricität zu beweisen, und nament-
hat man sich in neuern Zeiten auf die Wirksamkeit der Hagel-
ter gestützt [90]). Guenaut de Montbeillard that zuerst
Jahre 1776 den Vorschlag, den Wolken durch eine ganze
ge von Blitzableitern ihre Electricität zu entziehen und dadurch
Bildung des Hagels zu verhindern [91]). Der Vorschlag wurde
rhin mehrfach wiederholt, aber schon 1785 zeigte Pl. Hein-
die Unmöglichkeit dieses Ziel zu erreichen [92]), und Wrede
Weiß thaten dasselbe im Jahre 1800. Lange Zeit be-
te man sich mit diesen Untersuchungen, aber im Jahre 1820
der Apotheker la Postolle mit seiner verworrenen Theorie
Blitzableiter auf. Indem er mit kecker Stirn behauptete,
Stroh ein besserer Leiter der Electricität sey, als Metalle,
bte er, es sey am zweckmäßigsten, an den Gebäuden Blitz-
ter aus Stroh zu errichten, und er schlug vor, auf Feldern
in Weinbergen viele Stangen mit Strohseilen aufzurichten,
dadurch die Hagelwetter zu zerstreuen. Obgleich mehrere
iker nicht blos die gänzliche Ignoranz des Verfassers in der
etischen Physik zeigten, sondern auch darauf aufmerksam
ten, daß die electrische Theorie des Hagels noch sehr proble-
ch sey, so fanden diese Betrachtungen doch keinen Eingang.
Weinberge in Frankreich, in Savoyen, im Canton Wallis,
em Theile von Italien, ja selbst die Gärten innerhalb Paris,
n mit einer Menge hoher Stangen bedeckt, die man mit
n Kosten errichten ließ. Die Klügern setzen eine Kupferspitze
e Stange und verbinden sie durch einen Metalldraht mit
euchten Boden; andere behalten zwar die Spitze bei, lassen
den Conductor weg; noch andere wenden, der Ersparung
, die bloße Stange an. Ungeachtet dieser wesentlichen
iedenheiten hilft der Apparat gleich gut; niemals, behaup-

Muncke in Gehler's Wörterb. V, 82.
Journal de phys. XXI, 146. bei Muncke l. l.
Abh. d. Bair. Acad. Bd. V.

tet man, sey ein Feld, mit diesem Schutzmittel bewaffnet, vo[m] Hagel getroffen [93]). Umsonst sagt man den Anhängern der un[ar]mirten Stangen, daß ein Baum, weil er höher als eine Stan[ge,] auch viel wirksamer als sie seyn müßte, und daß es dennoch i[n] die waldigen Gegenden hagele; vergebens macht man den ande[rn] begreiflich, daß eine Kupferspitze der Stange keine besondere Eig[en]schaft ertheile, sobald sie nicht durch einen Metalldraht mit d[em] feuchten Boden verbunden sey; fruchtlos wendet man sich an [die,] welche den Apparat mit mehr Sorgfalt errichten, und setzt ih[nen] aus einander, daß an die Wirksamkeit der Hagelableiter nur d[ann] zu glauben sey, wenn sie große Landstriche bedeckten, und [daß es] abgeschmackt sey, einen einzigen Weinberg durch einige Stang[en] schützen zu wollen, wenn sich in den benachbarten keine befin[den;] daß es ferner oft in Städten hagele, mitten zwischen Blitzable[itern] und sogar auf dieselben. Aber diese Gründe werden nicht b[eachtet]: man glaubt dennoch, was man gern wünscht. Re[ge] sind sogar einige Agricultur-Gesellschaften in Frankreich [ge]treten, und haben verlangt, daß man gleichzeitig in einer [großen] Anzahl an einander stoßender Gemeinden Versuche mit Hag[elablei]tern anstellen sollte. Die französische Regierung hat diesen [An]trag nicht genehmigt. Denn die Hoffnungen, welche man sich [...] stützt auf einige wenige wissenschaftliche Data, auf einen [...]lichen Erfolg zu machen geglaubt hat, sind zu schwach be[funden] worden, um die Kosten der Einrichtung solcher Apparate zu [recht]fertigen. Wenn übrigens Versuche dieser Art beweisend sei[n sol]len, müßten sie viele Jahre hindurch fortgesetzt werden, [und] zwar ohne Vorurtheil. Allein die meisten der Personen, [...]

93) Routinier comme un agriculteur, ist nach Arago's Bem[erkung] (Ann. de chimie XXXIII, 418) ein wahres Sprichwort, [das man] auf diesen Fall anwenden läßt. Müncke erzählt eine Thatsache, [die] die Wahrheit desselben auch bei vorliegender Untersuchung bew[eist.] ist unter andern ein Fall bekannt, daß ein noch lebender Pr[...] Auftrag der Landesregierung hingesandt wurde, um die Ursache [der] oft wiederkehrenden Hagelschauer und ihre mögliche Abhülfe zu [unter]suchen. Bei dieser Gelegenheit machte sein Begleiter die Landleu[te glau]ben, der Mann sey gesandt, um die Gewitter zu bannen, [und da] sie von jener Zeit an wirklich ausblieben, so erhielt sich in jene[r Gegend] lange der Glaube, daß die Bannung von Erfolg gewesen sey." [Geh]ler's Wörterbuch V, 44.

mit dieser Frage beschäftigt haben, sind gewiß nicht vor-
heilsfrei. Man könnte einen Canton anführen, wo der Land-
nn nur dann zu gestehen wagt, daß der Hagel trotz der Ableiter
e Erndte zerstört hat, wenn er gewiß ist, nicht genannt zu
:den [94]).

Muncke führt in der gedachten Abhandlung mehrere That-
ıen an, welche die Unwirksamkeit der Hagelableiter beweisen,
eben dieses haben die Erfahrungen in Würtemberg gezeigt.
mit fallen zugleich alle Folgerungen über den Haufen, welche
n aus diesen Vorrichtungen in Betreff der electrischen Entstehung
Hagels hergeleitet hat.

Eine andere sehr scharfsinnige Theorie des Hagels rührt von
. Buch her [95]). Nach ihm gefriert das Wasser durch eine
starke Verdunstung. Wenn am Tage die Sonne mit großer
ensität auf den Boden scheint, so erhebt sich ein lebhaft auf-
zender Luftstrom, die Dämpfe werden nach Gegenden geführt,
sie bald condensirt werden. Sie fallen als Tropfen herab;
em sie in den warmen noch stets aufwärts steigenden Strömen
ıell verdunsten, kann eine so große Menge latenter Wärme ge-
ıden werden, daß sie gefrieren; tiefer abwärts fallend conden-
sich auf ihrer Oberfläche neuer Dampf, welcher bald gefriert,
so wird das Hagelkorn, ein aus Eis und Schnee bestehender
ıer Gletscher, gebildet. Daher ist der Hagel auch dort am
figsten, wo der aufsteigende Luftstrom am lebhaftesten ist, sel-
ist er zwischen Sümpfen und Morästen, als in unbedeckten
enden, seltener über Wäldern, als über Waldblößen. Letztern
tand betreffend, so bemerkt Schübler, daß die Anfangs-
te der Schloßenbildung im Würtembergischen nicht Sand-
e oder unangebaute leere Stellen in Wäldern seyen, sondern
wärmsten, meist mit Getreide und Wein angebauten Thäler
Bergabhänge [96]).

Diese Hypothese, nach welcher die schon gebildeten Regen-
fen verdunsten und erst während des Fallens gefrieren, ist von
ü bler, Ideler und andern Naturforschern mit Beifall

) Arago in Poggendorff's Annalen XIII, 360.
) Abh. d. Berl. Acad. 1814. S. 73 fg.
Schweigger's Jahrb. N. R. XIV, 231.

aufgenommen worden. Namentlich folgert Ideler aus den von Gay-Lussac angestellten Versuchen über die durch Verdunstung des Wassers entstehende Kälte, daß ein solches Gefrieren wohl möglich sey, wofern man an ihr folgende Restriction macht: die Hagelbildung geht in den höhern unmittelbar unter der Wolke belegenen Schichten beim Durchfallen der Tropfen durch dieselbe vor sich, nicht durch die ganze verticale Luftsäule bis zur Erdoberfläche [97].

Wenn es auch wirklich möglich wäre, daß Regentropfen auf diese Art zu Eiskugeln gefrieren könnten, so glaube ich doch, daß diese Entstehungsart wenigstens nicht immer die naturgemäße ist. Wenn schon fertig gebildete Tropfen gefrieren, so werden diese nicht das schneeartige Ansehen haben, wir werden vielmehr Eiskugeln von mehr oder weniger beträchtlicher Größe finden. Sodann setzt diese Hypothese voraus, daß die Luft in den höhern Regionen gesättigt sey, späterhin aber wieder sehr trocken werde, indem nur alsdann eine Verdunstung von hinreichender Stärke möglich ist, aber schwerlich dürften diese Umstände stets bei... men seyn.

Unter andern Hypothesen, welche über den Hagel aufgestellt sind, scheint mir die von Muncke, die ebenfalls den aufsteigenden Luftstrom zu Hülfe nimmt, Beachtung zu verdienen [98]. Die Graupeln zeigen sich nach ihm besonders im Frühlinge, wenn der Erdboden noch die Winterkälte hat, aber durch die Strahlen der höher steigenden Sonne bedeutend erwärmt wird, so daß eine nicht unbeträchtliche Menge Wasserdampf in die höhern Regionen aufsteigt, wo noch im Ganzen die kalten Luftströmungen des Winters herrschen. Die mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten, welche dann in die Höhe steigen, werden wegen der schlechten Leitungsfähigkeit der Luft nicht eher abgekühlt, als bis sie durch einen Windstoß, das Eindringen der umgebenden kältern Luftschichten in ihre Masse, bewirkt durch einen partiellen Niederschlag oder eine sonstige Ursache, mit den kältern Luftschichten gemengt sind. In dem Augenblicke, wo dieses geschieht, erfolgt eine Vereinigung des Wasserdampfes zu Regentropfen oder zusammen...

97) Poggendorff's Annalen XVII, 465.

98) Gehler's Wörterb. V, 68 fg.

den Schneeflocken, welche in der kalten umgebenden Luft zu-
mmensintern, und je nach dem quantitativen Verhältnisse und
niedern Temperatur der beigemischten kalten Luft wird aller
sserdunst in Graupeln und Schnee, oder Graupeln allein,
: Graupeln mit nachfolgendem Regen verwandelt; die ganze
lke und mit ihr die obere kalte Luft senkt sich herab, es entsteht
kurze Zeit dauernder, nicht sehr heftiger Sturm, oft blos
starker Wind, und weil die gefrornen Theile unterweges nicht
e genug und in nicht sehr erwärmten Luftschichten verweilen,
ommen sie ungeschmolzen auf die Erde.

Selbst im Winter werden sich in Gegenden, wo die Atmo-
re sehr feucht ist, Graupeln sehr häufig bilden, wenn Luft-
en mit Heftigkeit und Schnelligkeit gemischt werden, und die
ung der Kügelchen durch Wirbelwinde begünstigt wird, welche
ntstandenen Flocken schnell drehen. Daher finden wir an der
tküste Europa's so häufig Hagel im Winter. Ich selbst habe
en Hagelschauern im Winter häufig dieselbe Erfahrung ge-
ht, als bei den Wintergewittern, daß nämlich das Barometer,
hes bis dahin schnell gesunken war, mit dem Hagelschauer zu
en anfing. Daß übrigens in Folge dieses Vorganges
sehr starke Electricität entwickelt werde, ergiebt sich von selbst
dem bisher Gesagten, es braucht diese Electricität aber nicht
rk zu seyn, daß ein eigentliches Gewitter entstehe.

Stimmen die Graupelschauer in Betreff ihrer Entstehung
den Wintergewittern überein, so finden wir eine eben solche
lichkeit zwischen Gewittern und Hagel im Sommer. Soll
in Hagelwetter im Sommer ausbilden, so ist große Ruhe
Atmosphäre erforderlich, namentlich ist dieselbe für die obern
onen der Atmosphäre eine wesentliche Bedingung; daher fin-
wir auch, daß die Wolken an Tagen, wo sich Hagelschauer
, entweder völlig ruhig stehen, oder sich doch nur langsam
gen, obgleich in der Tiefe vielleicht ein mehr oder weniger
fter Wind weht. Ein zweites Erforderniß ist lebhafte Ein-
ung der Sonne auf den Boden, wobei das Thermometer
für die Jahreszeit ungewöhnlich hohen Stand erhält. Mei-
ist dann die Atmosphäre dem Zustande der Sättigung nahe,
itze ist uns mehr oder weniger drückend, obgleich das Ther-
eter keinesweges einen entsprechend hohen Grad der Wärme

anzeigt. Dadurch erhält die Luft eine sehr starke Steig und der aufsteigende Strom wird lebhaft, um so mehr, da Atmosphäre in den obern Regionen eine Temperatur hat, w weit geringer ist, als es die Temperatur der Ebenen und das G setz, welches wir früher für die mittlere Abnahme der Wärme der Höhe entwickelt haben, erfordert. Es ist schon mehrfach Erfahrungen von Brandes und la Pérouse gedacht, wo die Wärmeabnahme an Tagen, wo Gewitter entstehen, sehr a mal ist. In Betreff des vorliegenden Phänomenes folgert Sch ler aus den Beobachtungen in Würtemberg, daß sich die tie Gegenden an heißen Sommertagen oft mehr erwärmen, als nach dem gewöhnlichen Gesetze der Wärmeabnahme der Fall sollte. Genkingen auf der Alp liegt 1700 bis 1800 Fuß dem mittlern Neckarthale, welches einer Temperaturversch heit von 3° entsprechen würde, an einzelnen heißen Tagen aber die Temperatur in diesen tiefern Gegenden um 4, 6 Grad höher als auf der Alp, wie dieses am 13ten und Julius 1823 der Fall war, an beiden Tagen fiel sehr licher Hagel 99).

Eine Vergleichung mehrerer Hagelschauer in Baiern, ich die in den Mannheimer Ephemeriden mitgetheilten Beo tungen benutzte, hat mich zu demselben Resultate geführt. genüge hier einige Hagelschauer anzuführen, welche im J 1791 zu München Statt fanden, nachdem das Wetter heiter gewesen war. Zur Vergleichung der Temperaturen ich die Beobachtungen im Kloster auf dem Peißenberge

	München	Peißenberg
Mai 13	16°,8 R	10°,6 R
Junius 3	20,0	15,0
8	16,0	8,4
August 26	14,0	8,7

Nach der Berechnung von Schön liegt München 16.. Peißenberg 3087,6 Fuß über dem Meere, der Höhenunter beträgt also 243,1 Toisen. Leiten wir hieraus die Grö um welche man in die Höhe steigen muß, wenn die Wär

99) Schweigger's Jahrb. N. R. XIV, 231.

n Grad des hunderttheiligen Thermometers sinken soll, so er-
ten wir folgende Werthe:

Mai	13:	31,4 Toisen
Junius	3:	38,9
	8:	25,6
August	26:	34,1
	Mittel	32,5

:se Temperaturabnahme ist weit bedeutender als diejenige,
che wir oben für den mittlern Zustand der Atmosphäre gefun-
haben, da wir hiernach (S. 139) im Sommer nahe an
Toisen für eine Wärmeabnahme von einem Grade des hundert-
iligen Thermometers annehmen müssen.

Steigt nun der Dampf mit Schnelligkeit in die Höhe, so
ımt er nach und nach in Regionen, wo die Temperatur weit
driger ist, als seine Elasticität erfordert, er wird daher con-
sirt. Unter den Wolken, welche sich an Tagen zeigen, wo
gel fällt, macht meistens der Cirrus den Anfang; es zeigen sich
zelne verwaschene Fäden, welche sich immer weiter ausbreitend
n Himmel ein weißes Ansehen geben. Diese Cirri, welche
iner Ansicht zufolge die eigentlichen Hagelwolken sind, bestehen
n aus Schneeflocken, wie es das fast beständige Erscheinen von
en in ihnen mehr als wahrscheinlich macht. Diese Höhe, in
cher sich der Schnee bildet, läßt sich nach dem eben Gesagten
t bestimmen. Nehmen wir nämlich an, die Wärme der Ebene
age 25° C, und die Höhe, in welcher die Temperatur um
C sinkt, sey 33 Toisen, so würden wir in einer Höhe von
5 Toisen bereits die Temperatur des thauenden Eises finden.
hnen wir der Einfachheit halber nur 40 Toisen für eine Wärme-
ahme von 1°, so hätten wir doch schon in 1000 Toisen Höhe
Wärme von 0°. Die Cirri aber scheinen in einer Höhe von
ı 20000 Fuß zu schweben [1]); nehmen wir dafür nur 12000
, so würden wir in dieser Höhe doch eine Temperatur von
25° finden, eine Temperatur, bei welcher sich Eis bilden
ı. Diese Höhe ist freilich geringer als diejenige, welche Ide-
durch ähnliche Betrachtungen findet, indem er bei einer Tem-

[1]) Bd. I. S. 386.

peratur von 15° R, wo doch nicht selten Hagel entsteht, die Höhe des Gefrierpunktes 13167 Fuß findet, „eine Höhe, die Unstatthaftigkeit dieser Hypothese sogleich nachweist, ohne es weiterer Einwürfe bedürfte.“ [2]) Aber Ideler hat hiebei mittlere Abnahme der Wärme zu Grunde gelegt, ohne zu be ten, daß die Wärme im Sommer im Allgemeinen und an H tagen im Besondern weit schneller abnimmt, als im Mittel.

Wenn auch vielleicht in den obern Regionen die Wär abnahme wieder langsamer erfolgen mag, als in der Nähe des dens, so sehen wir doch wenigstens so viel, daß in einer Höhe 12000 Fuß schon eine Temperatur vorhanden ist, bei we der Dampf in Schnee verwandelt werden kann, und daß solche Umbildung wirklich Statt findet, scheint das mehrfach wähnte Erscheinen von Höfen zu beweisen. Diese Temper wird durch den Niederschlag selbst wieder erhöht, indem da die latente Wärme des Dampfes bei dem doppelten Niedersch zu Bläschen und dieser zu Eis frei wird; auch ist gewiß, da mit Lebhaftigkeit auf den Cirrus scheinende Sonne diesen erw Wirken nun diese Umstände dahin, die Temperatur der Wolk erhöhen, so wird diese Zunahme durch einen andern Umst meistens compensirt, vielleicht sogar übertroffen. Dieses ist Wärmestrahlung an der obern Seite der Wolke, auf welche Gay Lussac zuerst aufmerksam machte, und welche auch Humboldt sehr wirksam bei diesem Vorgange hält [3]). Diesen Vorgang hä Muncke für unmöglich [4]), theils weil er die Wärmestrahlu selbst nach dem Modulationssysteme für wenig wahrscheinlich hä theils weil er glaubt, daß es nicht möglich sey, daß die Temp ratur eines die Wärme ausstrahlenden Körpers unter die der U gebung sinken könne. Erstern Einwurf anlangend, so habe i schon früher meine Ansichten über den Gegenstand mitgethe was den zweiten betrifft, so handelt es sich nach dem Gesagt weniger darum, daß die Temperatur der Wolke unter die der U gebung sinke, als vielmehr um die Nichterwärmung durch die fr gewordene Wärme und durch die Sonne. Schon die Versu

2) Poggendorff's Annalen XVII, 454.
3) Humboldt Voyage VI, 352.
ehler's Wörterb. V, 67.

n Wilson [5]) zeigen, wie lebhaft der Schnee selbst bei gewöhn-
dem Luftdrucke die Wärme ausstrahlt, noch mehr muß dieses in der
)r dünnen Luft der obern Regionen der Atmosphäre der Fall seyn,
) ohnehin die erwärmten Luftmassen wegen des geringern Wider-
ndes weit leichter in die Höhe steigen und durch kältere ersetzt
rden. Auch Ideler hält die Wärmestrahlung für völlig unwirk-
n. Es müßte nämlich darnach Hagel unter den Tropen am häu-
sten vorkommen, was doch keinesweges der Fall ist. Denn zwi-
en den Tropen ist die Wärmestrahlung am stärksten, wie man
s den durch sie hervorgebrachten Wirkungen sieht [6]). Jedoch
iehen sich die von Ideler erwähnten Fälle nur auf die trocke-
ne Jahreszeit, in der nassen ist die Wärmestrahlung dort ge-
ger als bei uns an heitern Tagen, wie dieses die kleine Diffe-
g zwischen den täglichen Temperaturextremen zeigt. Auch fehlt
ischen den Tropen, wo alle Erscheinungen sehr wenig von dem
gemeinen Naturgesetze abweichen, in vielen Fällen die schnelle
nahme der Wärme mit der Höhe. Daß jedoch hier der Hagel
ährend des Fallens häufig nur geschmolzen wird, zeigt sein Vor-
nmen auf den Gebirgen.

Dieser Zustand, welcher vorzugsweise da Statt finden kann,
die Localverhältnisse das Aufsteigen der Luft- und Dampfmas-
erleichtern, also besonders in eingeschlossenen Thälern, ist ein
natürlicher, und es bedarf nur geringer äußerer Umstände, um
Bildung des Niederschlages zu erleichtern und dieses labile
ichgewicht aufzuheben. Namentlich gehören hieher partielle
tströme, welche eine specielle Vermischung der Luftschichten von
leicher Temperatur bewirken. Daß Ströme dieser Art, welche
ncke nicht beachtet, vorhanden seyn können, scheint beson-
s aus einzelnen Wolken, namentlich aus den weit ausgedehn-
Cirrostratis, hervorzugehen, welche sich zu solchen Zeiten häufig
en und bei geringer Breite von einem Theile des Horizontes
anderen gehen. Indem dadurch der Niederschlag begünstigt
d, sinken kalte Luftmassen in die Tiefe, bewirken einen neuen
derschlag; indem dadurch nothwendig Wirbel entstehen, so
den die ursprünglich gebildeten Schneeflöckchen hin und her ge-

---

Bd. I. S. 359.
Poggendorff's Annalen XVII, 188.

trieben, zusammengeballt und durch von ihnen selbst condensirten Dampf zusammengekittet.

Durch diesen Vorgang, welcher sich im Sommer sehr häufig zeigt, können Hagelkörner gebildet werden, es ist jedoch kein wesentliches Erforderniß dieser Hypothese, daß Hagelkörner fallen müssen; es zeigt sich vielmehr dieser Prozeß oft mehrere Tage hinter einander, ohne daß ein Niederschlag erfolgt, höchstens zeichnen sich die Nächte durch reichlichen Thau aus: ein Beweis von dem großen Dampfgehalte der Atmosphäre. Indem die Schneeflocken in die Tiefe sinken und auf warme aufsteigende Luftmassen treffen, können sie sehr schnell verdunsten, dabei aber vielleicht nicht einmal die Region erlangen, in welcher die Cumuli in der Regel schweben.

Erst wenn die Atmosphäre so feucht ist, daß sich Cumuli bilden, wird die Verdunstung der Schneeflocken erschwert. ... aber wird die Zahl und Ausdehnung der Luftströme immer gr... es können dann, wenn das labile Gleichgewicht gestört ist, ... Luftmassen mit großer Schnelligkeit in die Tiefe sinken und da... die Condensation befördern. Wenn dann eine solche Luftm... sich senkt, so werden Winde nach allen Seiten wehen, was ... auch jedesmal bei Hagelwettern an dem Zuge der Wolken sie... welche, nach allen Richtungen mit ungeheurer Schnelligkeit ei... einen hinreichenden Beweis von der großen Unruhe der Atmo... sphäre geben. Stürzt eine solche Luftmasse in die Tiefe, ... werden die Hagelkörner durch den Nimbus in die Tiefe geführt... sind die Körner selbst hinreichend groß, ihre Temperatur hinrei... chend niedrig, so wird in jedem Moment auf ihrer Oberfläche ... Dampf niedergeschlagen, ihr Volumen nimmt an Umfang zu. Wenn der erste Hagel herabfällt, so trifft er noch auf eine ... wärmtere Luft; schlägt sich auf seiner Oberfläche ein Dampfb... chen nieder, so wird dieses vielleicht noch die Gestalt eines Sch... flöckchens annehmen, aber im weitern Verlaufe wird die Atmo... sphäre theils durch den kalten Hagel, theils durch den wahrschein... lich tiefer herabsinkenden kalten Luftstrom dem Zustande der Sä... tigung näher gebracht; das Wasser schlägt sich bei jedem ... genden Niederschlage auf der Oberfläche der Körner in gro... Menge nieder, es kann nicht mehr regelmäßig krystallisiren,

rn bildet eine dicke durchsichtige Rinde um den undurchsichtigen
chneekern.

Auch in diesem Falle ist nur die Möglichkeit, keinesweges
e Nothwendigkeit des Hagels gezeigt worden. Nur dann,
enn die Temperaturdepression hinreichend war, konnte der Hagel
s Hagel erscheinen; ist jenes nicht der Fall, so erscheint er als
egen, indem er während des Fallens geschmolzen wird. Daher
nden wir auch nach jedem Hagelwetter eine sehr bedeutende
emperaturdepression; so erwähnt Muncke eine von ihm in Han-
over beobachtete Thatsache, welche letztere hinreichend zeigt, in-
em die Wärme vor dem Hagelwetter 31°,2 (25° R), nach den-
lben 6°,2 (5° R) war. Ja selbst während desselben Hagelwet-
ers scheinen viele Körner geschmolzen zu werden, wie die einzel-
en Pausen zwischen jedem Niederschlage beweisen; es scheint, als
b der kalte Luftstrom sich jedesmal mit Schnelligkeit herabsen-
en und eine große Menge Hagelkerne bis zu bedeutender Tiefe
ühren müsse. Daß wenigstens eine sehr bedeutende Stoßkraft
uf die Hagelkörner wirke, geht aus dem von mir mehrmals be-
bachteten Umstande hervor, daß bei demselben Hagelwetter die
Bahn der herabfallenden Körner sehr gegen die Verticale geneigt
st, während die Regentropfen häufig vertical fallen. Auf den
Einfluß, welchen die Heftigkeit dieser Bewegungen hat, machte
chon Beccaria aufmerksam. Werden nämlich die Wolken mit
roßer Schnelligkeit hin und her bewegt, so regnet es gewöhnlich
ehr stark; ist aber die Bewegung außerordentlich heftig, so
agelt es [7]).

Die Thatsache, daß die Hagelkörner in der obersten Wolken-
chicht gebildet werden, erhält nicht nur durch Beobachtung des
Vorganges auf den Ebenen, sondern auch durch die Erzählung
on Péron, daß der Hagel aus jener obersten Schicht fiel, einen
ohen Grad von Wahrscheinlichkeit. De Luc, welcher ebenfalls
er Meinung ist, daß ein Schneeflöckchen den Kern des Hagels
ilde, glaubte anfänglich ebenfalls, daß sich diese Schneeflocken
n den höchsten Regionen der Atmosphäre bildeten und dann durch
ie tiefere Wolke fallend größer würden [8]), nahm aber in der

7) Beccaria Elettricismo bei Muncke l. l.
8) de Luc Modif. de l'atm. §. 714. III, 266.

Folge die Ansicht zurück, da er auf den Gebirgen bei Turin eine Erfahrung machte, welche die Existenz dieser beiden Wolkenschichten nicht bewies; „der Himmel war allenthalben leicht bewölkt, außer am südlichen Horizonte sah man ein schreckliches Gewitter und aus dieser Gegend kam ein schwacher Wind." Aus dieser Thatsache folgert de Luc [9]), daß der Hagel nicht in der höchsten Region gebildet werde. Sollte aber diese Thatsache, welche dem auf einer Höhe stehenden Beobachter am Horizonte erschien, wohl hinreichend beweisen, daß der Hagel nicht in der Höhe gebildet wurde, zumal da der Himmel „allenthalben leicht bewölkt" war. De Luc führt noch einen andern Grund gegen diese Hypothese an, es habe nämlich nie ohne die tiefere Gewitterwolke gehagelt, was doch zuweilen hätte geschehen können, wenn der Hagel in der Höhe gebildet wurde. Aber in diesem Falle erstrecken sich jene partiellen Luftströme nicht bis in bedeutender Tiefe: fallen auch Schneeflocken herab, so werden sie in der wärmern Luft entweder geschmolzen und sie erscheinen als Regentropfen, oder sie verdunsten während des Herabfallens.

Aus dem kalten Luftstrome, welcher sich nach dem Gesagten in die Tiefe stürzt, und dadurch das Schmelzen der Hagelkörner verhindert, ergiebt sich jenes oben erwähnte Rasseln und Rauschen, welches man in einer ankommenden Hagelwolke hört; das Herabsinken der Wolken und die traubenförmige Gestalt, welche letztere häufig annehmen. Soll dieser Strom aber hinreichend wirksam seyn, so muß er sich frei ausbreiten können, es muß ihm möglich seyn, die Luftmassen, welche er vorfindet, leicht aus ihrer Stelle zu treiben. Da letztere in der Nähe von hohen Bergwänden weniger leicht ausweichen können, als da wo sie auf keine Hindernisse treffen, so wird in der Nähe steiler Berge der Hagel nicht so bedeutend seyn, als in einiger Entfernung, ganz den Erfahrungen von Saussure entsprechend. Es können aber bei diesem Vorgange die Localverhältnisse einen so bedeutenden Einfluß haben, daß es kaum möglich wird, allgemeine Gesetze in dieser Hinsicht aufzustellen. Wenn auf der einen Seite Gebirgsmassen die Entfernung der tiefern Luft verhindern, so geben sie auf der andern zu vielen localen Luftströmen Veranlassung, und dadurch entsteh-

---

9) de Luc Idées II, 156. §. 642.

ine große Menge von möglichen Fällen, welche sich in den ein- zelnen Gegenden auf sehr ungleiche Art zeigen.

Wir haben früher gesehen, daß die Vertheilung der Hagel- schauer im Jahre große Aehnlichkeit mit der Vertheilung des Re- gens hat; so wie die Sommerregen beim tiefern Eindringen in das europäische Festland größer werden, so erhalten die Hagel- wetter im Sommer ein größeres Uebergewicht. Aber es zeigen sich dabei doch einige Differenzen. Ich habe besonders darauf hingewiesen, daß in Rom namentlich so wenige Hagelschauer im Herbste vorkommen, obgleich in dieser Jahreszeit der Regen das Uebergewicht über den in den übrigen Jahreszeiten hat. Sollten Untersuchungen an mehrern Orten Italiens zeigen, daß diese Differenz in dem Verhalten beider Phänomene ein Naturgesetz ist, so müßten wir sie aus dem früher erwähnten warmen Luft- strome der Sahara ableiten. Die obern Luftmassen behalten noch eine bedeutend hohe Temperatur vom Sommer her; da es häufig in dieser Jahreszeit regnet, so ist die Atmosphäre schon in mäßigen Höhen feuchter, die Dämpfe steigen nicht bis zu bedeutenden Hö- hen, sondern werden schon condensirt, ehe sie die zum Gefrieren erforderlichen Regionen erreichen, und daher fällt der Dampf meistens als Regen, selten als Hagel herab. Um jedoch hierüber genügende Resultate zu erhalten, wird nicht nur eine aufmerk- same Beobachtung der Wolkenarten, sondern auch eine Kenntniß der Höhe der verschiedenen Modificationen der Wolken in ver- schiedenen Jahreszeiten erfordert.

Schwierig ist die Beantwortung der Frage, weshalb ein- zelne Hagelwetter bei geringer Breite eine so bedeutende Ausdeh- nung in der Länge haben. Da Hagelwetter, welche sich über einen großen Raum erstrecken, wie das vom 13ten Julius 1788, selten vorkommen, so sehen wir schon hieraus, daß zur Ausbil- dung derselben ein Zusammentreffen ganz außerordentlicher Um- stände erforderlich ist. Unglücklicherweise sind in diesem Jahr- gange der Mannheimer Ephemeriden nur die täglichen Mittel vom Barometer- und Thermometerstand angegeben, aber in la Ro- chelle, Middelburg und Brüssel zeichneten sich der 11te und 12te Julius durch eine ungewöhnlich hohe Temperatur aus; eben die- ses fand allenthalben in Deutschland Statt. Dadurch mußten die Dämpfe eine sehr große Steigkraft erhalten und sich mit Leich-

Folge die Ansicht zurück, da er auf den Gebirgen bei Turin eine Erfahrung machte, welche die Existenz dieser beiden Wolkenschichten nicht bewies; „der Himmel war allenthalben leicht bewölkt, außer am südlichen Horizonte sah man ein schreckliches Gewitter und aus dieser Gegend kam ein schwacher Wind." Aus dieser Thatsache folgert de Luc [9]), daß der Hagel nicht in der höchsten Region gebildet werde. Sollte aber diese Thatsache, welche dem auf einer Höhe stehenden Beobachter am Horizonte erschien, wohl hinreichend beweisen, daß der Hagel nicht in der Höhe gebildet wurde, zumal da der Himmel „allenthalben leicht bewölkt" war. De Luc führt noch einen andern Grund gegen diese Hypothese an, es habe nämlich nie ohne die tiefere Gewitterwolke gehagelt, was doch zuweilen hätte geschehen können, wenn der Hagel in der Höhe gebildet wurde. Aber in diesem Falle erstrecken sich jene partiellen Luftströme nicht bis zu bedeutender Tiefe: fallen auch Schneeflocken herab, so werden sie in der wärmern Luft entweder geschmolzen und sie erscheinen als Regentropfen, oder sie verdunsten während des Herabfallens.

Aus dem kalten Luftstrome, welcher sich nach dem Gesagten in die Tiefe stürzt, und dadurch das Schmelzen der Hagelkörner verhindert, ergiebt sich jenes oben erwähnte Rasseln und Rauschen, welches man in einer ankommenden Hagelwolke hört; das Herabsinken der Wolken und die traubenförmige Gestalt, welche letztere häufig annehmen. Soll dieser Strom aber hinreichend wirksam seyn, so muß er sich frei ausbreiten können, es muß ihm möglich seyn, die Luftmassen, welche er vorfindet, leicht aus ihrer Stelle zu treiben. Da letztere in der Nähe von hohen Bergwänden weniger leicht ausweichen können, als da wo sie auf keine Hindernisse treffen, so wird in der Nähe steiler Berge der Hagel nicht so bedeutend seyn, als in einiger Entfernung, ganz den Erfahrungen von Saussure entsprechend. Es können aber bei diesem Vorgange die Localverhältnisse einen so bedeutenden Einfluß haben, daß es kaum möglich wird, allgemeine Gesetze in dieser Hinsicht aufzustellen. Wenn auf der einen Seite Gebirgsmassen die Entfernung der tiefern Luft verhindern, so geben sie auf der andern zu vielen localen Luftströmen Veranlassung, und dadurch entsteht

9) de Luc Idées II, 156. §. 642.

ne große Menge von möglichen Fällen, welche sich in den ein-
lnen Gegenden auf sehr ungleiche Art zeigen.

Wir haben früher gesehen, daß die Vertheilung der Hagel-
auer im Jahre große Aehnlichkeit mit der Vertheilung des Re-
ns hat; so wie die Sommerregen beim tiefern Eindringen in
s europäische Festland größer werden, so erhalten die Hagel-
tter im Sommer ein größeres Uebergewicht. Aber es zeigen
h dabei doch einige Differenzen. Ich habe besonders darauf
gewiesen, daß in Rom namentlich so wenige Hagelschauer im
rbste vorkommen, obgleich in dieser Jahreszeit der Regen das
bergewicht über den in den übrigen Jahreszeiten hat. Sollten
tersuchungen an mehrern Orten Italiens zeigen, daß diese
ifferenz in dem Verhalten beider Phänomene ein Naturgesetz
, so müßten wir sie aus dem früher erwähnten warmen Luft-
ome der Sahara ableiten. Die obern Luftmassen behalten noch
e bedeutend hohe Temperatur vom Sommer her; da es häufig
dieser Jahreszeit regnet, so ist die Atmosphäre schon in mäßigen
öhen feuchter, die Dämpfe steigen nicht bis zu bedeutenden Hö-
n, sondern werden schon condensirt, ehe sie die zum Gefrieren
forderlichen Regionen erreichen, und daher fällt der Dampf
istens als Regen, selten als Hagel herab. Um jedoch hierüber
nügende Resultate zu erhalten, wird nicht nur eine aufmerk-
ne Beobachtung der Wolkenarten, sondern auch eine Kenntniß
: Höhe der verschiedenen Modificationen der Wolken in ver-
iedenen Jahreszeiten erfordert.

Schwierig ist die Beantwortung der Frage, weshalb ein-
ne Hagelwetter bei geringer Breite eine so bedeutende Ausdeh-
ng in der Länge haben. Da Hagelwetter, welche sich über
en großen Raum erstrecken, wie das vom 13ten Julius 1788,
en vorkommen, so sehen wir schon hieraus, daß zur Ausbil-
ng derselben ein Zusammentreffen ganz außerordentlicher Um-
nde erforderlich ist. Unglücklicherweise sind in diesem Jahr-
ige der Mannheimer Ephemeriden nur die täglichen Mittel vom
rometer- und Thermometerstand angegeben, aber in la Ro-
lle, Middelburg und Brüssel zeichneten sich der 11te und 12te
lius durch eine ungewöhnlich hohe Temperatur aus; eben die-
fand allenthalben in Deutschland Statt. Dadurch mußten
Dämpfe eine sehr große Steigkraft erhalten und sich mit Leich-

tigkeit nach den höchsten Gegenden der Atmosphäre ausbreiten. Das Barometer, welches in diesem Monate im Allgemeinen ruhig stand, hatte dabei eine Höhe, welche nicht viel über dem Minimum lag, und erreichte la Rochelle am 12ten Abends den niedrigsten Stand im Monate. Wäre es hiebei nicht möglich, daß der Südwind durch einen Nordwind verdrängt wurde, und daß die stark verhagelte Region in Frankreich die Gränzen bezeichnete, wo beide Winde zusammentrafen?

Sind in der Atmosphäre leichte, durch Stürme in die Höhe gehobene, Körper vorhanden, so wird sich um diese das Eis um so leichter anlegen, da es eine anderweitig bekannte Thatsache ist, daß Eis vorzüglich um feste Körper herum krystallisirt, sobald diese Körper nur hinreichend kalt sind. Daher die Spreu- und Sandkörner im Innern der Massen. Woher aber die Schwefelkiese kommen, welche man zuweilen als Kern gefunden hat, ist eine Frage, die ich nicht zu beantworten im Stande bin. Waren es etwa Körper, die vorher in Dampfgestalt in der Luft existirten und dann plötzlich bei der Erkaltung krystallisirten? Oder waren es kleine Meteorsteine, die bei dem Hagelschauer herabfielen? Oder dürfen wir annehmen, daß diese Massen vorher durch Winde in die Höhe geschleudert wurden?

Demjenigen zufolge, was wir früher über die electrischen Meteore im Allgemeinen gesagt haben, ist es von selbst einleuchtend, daß bei dieser Condensation eine mehr oder weniger lebhafte Electricität auftreten müsse. Starke Hagelwetter im Sommer sind meistens von heftigen Gewittern begleitet, da zur Bildung des Hagels stets eine sehr rasche Condensation der Dämpfe erforderlich ist. Die lebhafte Bewegung der Wolken, die verschiedenen Schichten, aus denen sie bestehen, die ungleichen Richtungen, nach denen sie ziehen, zeigen hinreichend, wie Stärke und Art der Electricität so schnell wechseln können.

Eine etwas abweichende Ansicht über die Entstehung des Hagels hat neuerdings Olmsted aufgestellt[10]), er berücksichtigt dabei aber nicht sowohl den aufsteigenden Luftstrom, als vielmehr ein Gefrieren der Dämpfe durch das Zusammentreffen von [illegible]

10) Silliman American Journ. of Sc. XVII, 1, daraus Schweigger, Seidel's Neues Jahrbuch I, 154.

eich erwärmten Luftmassen der Polar- und Aequatorialgegenden.
ndem er nämlich davon ausgeht, daß Hagelwetter in der heißen
ahreszeit vorzüglich der gemäßigten Zone eigenthümlich seyen,
ntersucht er die Frage, welche Ursachen uns zu der Annahme
ranlassen können, daß diese Erscheinung der in den höhern Re-
onen herrschenden Kälte ihren Ursprung verdanke. Die Höhe,
welcher die Temperatur der Luft gleich 0 wird, beträgt unter
m Aequator 15000, in 30° Breite 12000 und unter 50°
reite 6000 englische Fuß. Betrachten wir nun einen in horizon-
ler Richtung wehenden Wind zuerst nahe über der Oberfläche der
rde, dann in verschiedenen Höhen, so wird dieser Strom ver-
hiedene Modificationen erleiden. Es komme dieser Wind zuerst
on den Polargegenden nach dem Aequator. In der Zeit, wo
über der Oberfläche der Erde hinwegstreicht, wird er beim
urchgange durch die wärmern Breiten schnell die Hitze dieser
berfläche einsaugen; in einer Höhe von 1000 Fuß wird der er-
ärmende Einfluß der Erde viel geringer seyn und der Wind sich
eit langsamer als in dem vorigen Falle erwärmen; in einer Höhe
on 10000 Fuß endlich wird er meistentheils ganz frei über die
ebirge fortziehen und sich gleich einem blos durch die Atmosphäre
ehenden Luftstrome verhalten. Da nun, wie im Golfstrome,
n flüssiger Körper, beim Durchschneiden eines andern ebenfalls
üssigen Körpers von abweichender Temperatur, seine eigene
ärme nur sehr langsam ändert, so wird ein Wind, welcher in
ner Höhe von 10000 Fuß über der Oberfläche der Erde von
ord nach Süd wehet, eine große Strecke durchlaufen, ohne
ine Temperatur merklich zu ändern. Ganz dasselbe gilt von der
rkaltung eines von Süden nach Norden wehenden Stromes.
lmsted nimmt nun an, daß zwei solche Ströme zusammen-
mmen, und daß dadurch der Dampf bis zum Gefrieren erkaltet
erde. Gesetzt nun, einer dieser Ströme komme aus einer Breite
on 30°, der andere aus der von 50°, und beide hätten eine
lche Geschwindigkeit, daß sie in der Stunde 15 geographische
eilen zurücklegten, so würden sie sich nach Verlauf von 10 Stun-
en in der Breite von 40° treffen, und jeder von ihnen hätte
och sehr nahe seine ursprüngliche Temperatur. Nehmen wir also
, beide Ströme zögen in der Höhe von 10000 Fuß fort, so
ge der Südwind nach 2000 Fuß unter, der Nordwind dagegen

4000 Fuß über der Region des Gefrierpunktes. Unmittelbar bei dem Zusammentreffen dieser Winde wird der Wasserdampf des warmen Windes mit einer der niedern Temperatur des kältern entsprechenden Intensität gefrieren; die so gebildeten und mit einer außerordentlichen Kälte begabten Hagelkörner werden ihren Fall sogleich beginnen und während desselben nach Verhältniß der Stärke ihrer Kälte und des Dampfgehaltes der untern Luftschichten ihr Volumen vergrößern. Näher an dem Aequator, wo sich die Temperatur langsamer ändert, haben die Luftmassen nahe dieselbe Temperatur, es findet daher keine so bedeutende Condensation Statt und der Hagel fällt nur in der Nähe hoher Gebirge, wo der Schnee auf der Spitze von diesen eine hinreichende Condensation erzeugen kann. In der kalten Zone fehlt der benachbarte warme Strom und wir finden daher hier eben so wenig große Hagelkörner.

Ich wende mich zu dem letzten der sogenannten electrischen Phänomene, zu den Wasserhosen, Tromben. Ich habe bereits mehrmals der Wirbelwinde gedacht, welche sich bei Ankunft eines Gewitters zu erheben pflegen. Diese Wirbel haben die größte Aehnlichkeit mit denen, welche wir beobachten, wo Wassermassen neben einander nach verschiedenen Richtungen fließen. Kleine Wirbel, welche uns zugleich diese Art der Entstehung nachweisen, bemerken wir häufig bei schwachem Winde hinter einem Hause, oder einem andern frei stehenden Gegenstande. Indem hinter diesem die Luft gewissermaßen stagnirt, wirken an der Gränze dieser ruhenden Luftmasse und des vorbeistreichenden Windes auf die vorhandenen Lufttheilchen mehrere Kräfte. Denken wir uns eine horizontale Linie senkrecht auf die Trennungsfläche gezogen, so befinden sich auf ihr einige Theilchen vollkommen im Zustande der Ruhe, während der Wind andere mit der ihm eigenthümlichen Geschwindigkeit forttreibt. Von diesem Maximo der Bewegung bis zur vollkommenen Ruhe findet auf der gedachten Linie ein allmähliger Uebergang Statt, es müssen wegen der freien Beweglichkeit der Theilchen Wirbel entstehen, welche zugleich mit dem herrschenden Winde fortrücken. Man erkennt diese Wirbel daran, daß leichte Körper, wie Spreu, Baumblätter, Staub u. s. w. oft mehrere Fuß hoch erhoben werden. Ganz etwas Aehnliches zeigt sich auf dem Meere, nur daß hier das Phänomen meistens nur dann beachtet wird, wenn es eine größere

Stär

tärke erreicht; dann findet eine Verbindung zwischen Wolke und
verfläche des Meeres Statt, welche man mit dem Namen
asserhose bezeichnet.

Diese Wasserhosen zeigen sich nicht allenthalben auf dem
eere gleich häufig. Auf der Mitte der Aequatorialmeere tref-
i wir sie nur da an, wo der Passat nicht regelmäßig weht,
nigstens erinnere ich mich nicht, irgend einen entgegengesetzten
ll gefunden zu haben. Sie zeigen sich in niedern Breiten auf
n hohen Meere nur in der Region der Calmen, wo entweder
indstillen oder veränderliche Winde wehen. Am häufigsten tref-
i wir sie in der Nähe des Landes, wo unbeständige Winde und
mperaturen herrschen [1]). Die meisten mir bekannten Beispiele
einen darauf zu deuten, daß sie sich vorzugsweise in der Nähe
her und steiler Küsten zeigen. Wir finden sie besonders an der
ste von Guinea, in der Straße von Malacca, im mittelländi-
en Meere und im rothen Meere; eben so sind sie im Canale
d im finnischen Meerbusen öfter beobachtet worden.

Diese Erscheinungen sind nach den vielen von Horner zu-
nmengestellten Erscheinungen nie die Wirkung eines allgemeinen
indes, vielmehr herrscht rings um sie Windstille (l. l.). Blei-
i wir daher zunächst bei den Erscheinungen in Canälen stehen,
vird es uns hier nicht schwierig, die Möglichkeit der Ent-
hung solcher Wirbelwinde zu erkennen. Wenn dann das
isser schnell verdunstet, während die erwärmten Luftmassen über
n Lande schnell in die Höhe steigen, so wird dadurch das stabile
eichgewicht aufgehoben und es kann ein kalter Luftstrom in die
fe sinken. Weht in den obern Regionen ein nach irgend einer
ite gerichteter Wind, so wird die herabsinkende Luftmasse sich
h nach dieser Richtung fortbewegen und durch das Zusammen-
fen dieser mit der ruhenden Atmosphäre in der Tiefe kann eine
belnde Bewegung erzeugt werden; dabei ist es wahrscheinlich,
sich der herabfallende kalte Luftstrom eben so nach allen Seiten
breite, als dieses von den Gewitterstürmen mehrfach erwähnt

Wir besitzen über die Richtung der Winde zur Zeit von
isserhosen nur wenig Beobachtungen, aber Franklin erzählt
Thatsache, welche das Gesagte zu bestätigen scheint. Ein

[1]) Horner in Gilbert's Annalen LXXIII, 95.

Wallfischfänger von Nantucket erzählte ihm nämlich, daß, da d
von ihren Schiffen von einer Windstille überfallen wurden, sie un
fähr eine (englische) Meile von einander lagen und ein gleichseiti
Dreieck bildeten. Nach Verlauf einiger Zeit wurden sie eine W
serhose in der Mitte des Dreieckes gewahr, und es erhob sich
kühler und lebhafter Wind, wodurch die Segel von allen
schwollen: aus ihrer Segelfaltung sowohl, als aus der Rich
ihrer Schiffe merkten sie alle, daß sie zu gleicher Zeit die W
hose unter dem Winde hätten; welches sie sich, da sie zusam
und so nahe kamen, um mit einander sprechen zu können,
bemerkt zu haben, einander wechselseitig versicherten [12]).
erzählt Humboldt, welcher in der Nähe der Caymans-
mehrere Wasserhosen beobachtete, der Wind sey mit ihrer
näherung allemal stärker geworden [13]). Eben so bemerkt
pier, daß der Wind während einer nahe befindlichen W
abwechselnd aus allen Strichen der Windrose wehte, w
mehrentheils in entgegengesetzte Richtungen übersprang [14]).

Es scheint mir im hohen Grade wahrscheinlich, daß d
sten Wasserhosen dadurch entstehen, daß Luftströme in den
Regionen der Atmosphäre auf einander treffen und daß
hier die Ursache der wirbelnden Bewegung liege. Sind diese
ströme heftig, ihre Temperatur und ihr Dampfgehalt sehr
schieden, so wird der Dampf mit Schnelligkeit condensirt.
rend aber bei den gewöhnlichen Wirbeln die leichten Körper
Höhe steigen, werden hier die Dampfbläschen von oben nach
geführt, wobei die Masse von der Wolke aus gegen die Er
Dicke abnimmt. Hiebei bleibt die Frage noch unentschieden,
wirklich ein Herabführen von Nebelbläschen Statt findet,
ob nicht vielmehr die Condensation auch in der Tiefe fort
dergestalt, daß das Herabsinken nur scheinbar ist. Endlich
reicht der Wirbelwind die Oberfläche des Meeres, dieses
unruhig, es erhebt sich zu Tropfen gepeitscht und hat ga
Ansehen eines rauchenden Ofens. Indem sich von oben die
senkt, von unten das Meer erhebt, vereinigen sich endlich

12) Franklin's Werke II, 32.

13) Humboldt Voyage XI, 131.

14) Gilbert's Annalen LXXIII, 103.

ıd es findet eine Verbindung zwischen Wolke und Meer Statt. chon Dampier, welcher viele Wasserhosen beobachtete, beerkt, daß die Säule unter der Wolke hänge und ihre Dicke geıger werde, je näher sie dem Meere komme. Wenn dann er die Meeresfläche unruhig wird, so sehe man das Wasser ıäumen und sich in einem Raume von 100 Schritten im Umnge lebhaft kräuseln, bis daß die kräuselnde Bewegung zunimmt, es sich alsdann in einer Säulengestalt von ungefähr 100 Schritı an ihrer Grundfläche erhebt, welche aber ebenfalls im Aufigen dünner wird, dergestalt, daß die ganze Wasserhose an bein Enden am dicksten, in der Mitte aber am dünnsten ist. ıährend dieses Vorganges wird die Wolke stets dichter und dunk: [15]). Einen ähnlichen Vorgang erzählt Colden in einem Briefe ı Franklin. Auf einer Reise nach Westindien sah er eine ɔasserhose in der Entfernung von 30 bis 40 Ruthen von dem chiffe. Sie hatte die Gestalt eines umgekehrten Kegels, dessen asis in dem dicken schwarzen Gewölk lag, und deren Spitze etwa Fuß von der Oberfläche des Meeres entfernt war. Bei dem ruhin Wetter ging die Wasserhose langsam bei dem Schiffe vorbei, ıs ihr kam ein heftiger Windstrom, welcher ein Loch von etwa Fuß Durchmesser auf der Oberfläche machte und das Wasser ie eine kreisförmige Falte um diese Vertiefung hob. Eben dieser eobachter sah auf derselben Reise noch mehrere solcher Erscheiıngen, keine aber erreichte die Oberfläche des Meeres [16]). Eben :ses Herabsinken der Wasserhose erwähnen Buchanan [17]), ;axwell [18]) und Andere.

Es ist jedoch keinesweges erforderlich, daß dieser Wirbelınd in der Region der Wolken entstehen müsse, es ist hier eine große Combination von Umständen möglich, daß es voreilig ın würde, hierüber allgemeine Gesetze aufzustellen; je nachdem : Richtung der Luftströme beschaffen ist, kann der Wirbelwind ch in der Tiefe beginnen, dann wird die Wasserhose in die Höhe igen, und Horner bemerkt daher mit Recht, sie entständen

15) Dampier's Reise bei Franklin's Werke III, 89.

16) Franklin's Werke II, 81.

17) Gilbert's Annalen LXX, 104.

18) Das. LXXIII, 96.

bald von oben aus den Wolken, bald von unten aus dem Wasser [19]). Zwar glaubt Perkin, es sey aller Wahrscheinlichkeit zuwider, daß es zwei Arten von Wasserhosen geben solle, wovon die eine aufsteigend, die andere herabsteigend sey [20]). Indessen erzählt Dampier eine Thatsache, welche zeigt, daß zuweilen ebenfalls solche Wasserhosen entstehen. Er bemerkte nämlich eine Wasserhose, die schnell gegen das Schiff kam, sie hob das Wasser in Gestalt einer Säule 6 bis 7 Fuß kräuselnd in die Höhe. Da er keine Wolke über ihr sah, so glaubte er, daß sie ihre Kraft bald verlieren würde. In 4 bis 5 Minuten kam sie bis auf die Länge eines Kabeltaues an dem Schiffe vorbei. Dann sah er einen langen blassen Strom, der die Breite eines Regenbogens hatte und über dem Wasserwirbel herabstieg. Das obere Ende desselben schien ungemein hoch zu seyn und kam aus einer dunkeln Wolke herab. Diese Erscheinung kam ihm um so befremdender vor, da er bis dahin dergleichen noch nicht gesehen hatte [21]). Eine ähnliche Thatsache erzählt Buchanan. In der Nähe des Aequators bemerkte er eine Art von Wolke an der Oberfläche des Meeres, über welcher eine dunkle Wolke hing. Später kam ein Stück einer Säule aus der Wolke, welches nach einiger Zeit wieder verschwand; eine halbe Stunde später erschien die Säule aufs Neue, es hatte sich ein cylindrischer Stamm gebildet, welchen der Wind ein wenig nach Norden krümmte, erst nach einiger Zeit vereinigten sich beide [22]). Eben so bemerkte Wolke auf dem finnischen Meerbusen eine große Wasserhose, welche über das Schiff wegging. Viele kleinere und größere Wassermassen tanzten um die Hose her, erhoben sich zugespitzt 12 bis 16 Fuß hoch und sanken, während andere stiegen, wieder herunter. Eine leichte Wolke von Dünsten schwebte über den tanzenden Spitzsäulen und um sie herum. Die aufwärts steigende Bewegung sah auch Dampier [23]).

Daß ein großer Theil der Wassermasse aus der Wolke herabkommt, geht besonders aus dem Umstande hervor, daß sie

19) Gilbert's Ann. LXXIII, 95.

20) Franklin's Werke II, 59.

21) Das. II, 95.

22) Gilbert's Ann. LX, 107.

23) Das. LXXIII, 100.

chem Wasser besteht. Zieht nämlich eine solche Wasserhose
en einem Schiffe vorbei oder über dasselbe fort, so wird dieses
einer größern oder geringern Menge von Wasser überschüttet,
fast stets ist dieses von frischem süßen Geschmack. Franklin,
cher in Betreff dieses Umstandes viele Erkundigungen einzog,
ihlt, er habe nur einmal von salzigem Regen gehört [24]).

Es ist häufig die Frage aufgeworfen worden, ob die Wasser-
:n aus einer zusammenhängenden Wassermasse oder vielmehr
Tropfen und Nebelbläschen bestehen. Daß der bloße Augen-
in hierüber keinen genügenden Aufschluß gebe, das geht wohl
n aus dem Umstande hervor, daß die Wolken selbst uns in
Ferne als zusammenhängende Massen erscheinen, und sehr
e Physiker haben durch diesen Anblick getäuscht Hypothesen
r einzelne Erscheinungen aufgestellt, welche nur dann wahr seyn
nten, wenn die Wolken feste Körper wären. Horner ist der
inung, ihre Masse bestehe nicht aus dichtem Wasser, sondern
Wasserdunst [25]); wahrscheinlich aber müssen wir zu letzterm
) mechanisch in die Höhe gerissenes Wasser in Gestalt von
pfen rechnen. Daß sie nicht aus einer continuirlich zusam-
hängenden Wassermasse bestehe, geht schon aus dem Umstande
vor, daß sie in diesem Falle vollkommen glänzend und durch-
ig seyn müßten, was kein Beobachter erwähnt; auch müßte
ann das Wasser der Hose beim Platzen nicht in Tropfen, son-
ı in einer Art von Guß herabfallen.

Fast alle Beobachter erwähnen, daß die langsam fortschrei-
e Wasserhose sich um ihre Axe in Gestalt eines Kreisels drehe.
)ei wird das erhobene Wasser weit fortgeführt, wie man dieses
nders dann bemerken kann, wenn eine solche Wasserhose sich
ı auf dem Lande bildet und über einen kleinen Wasserbehälter
geht. So hörte Wolke von einem Landprediger bei Jever, er
e zu Repsolt, drei Meilen von der See, eine Wasserhose nicht
: von sich vorbeiziehen sehen, die einen Weiher fast wasserleer
acht und die Fische aus demselben auf das Land umher zer-
ıt habe.

) Franklin's Werke II, 47.

) Gilbert's Annalen LXXIII, 96.

wickelt und das, ohne den Pfosten, 4 Centner 93 Pfund schwere Knaul über das Haus weggeführt. Alles dieses war in Zeit von zwei Minuten geschehen [28]).

Es ließe sich noch eine Menge ähnlicher Erzählungen anführen, ich halte es jedoch nicht nöthig, mich dabei aufzuhalten, da das Gesagte hinreichend die ungeheure Wirkung des Windes zeigt.

Es ist oben gesagt, daß sich die Wasserhosen in den meisten Fällen in der Region der Wolken zuerst zeigen und dann aus dieser herabsinken, wahrscheinlich deshalb, weil die kalten herabsinkenden Luftströme sich hier zuerst durch eine Condensation des Dampfes kund geben. Ob dieses allgemein der Fall sey und ob das obere Stück nur deshalb nicht immer zuerst erscheine, weil die Luft nicht hinreichend feucht ist, um sogleich beim Anfange der Bewegung condensirt zu werden, läßt sich nicht mit Bestimmtheit ausmachen. Es giebt jedoch eine Klasse von Erscheinungen dieser Art, welche man zuerst an dem Boden wahrnimmt. Es sind dieses die Sandhosen oder Erdtromben, welche Reisende häufig in den Wüsten von Asien und Africa beobachtet haben. Diese erscheinen ebenfalls an windstillen Tagen, wo die Sonne mit großer Kraft den Boden erhitzt; aufsteigende heiße Luftströme erzeugen dann ein labiles Gleichgewicht der Atmosphäre, kalte stürzen später in die Tiefe und geben Gelegenheit zur Entstehung dieser Wirbelwinde. Daher sind die Erdtromben in jenen Gegenden besonders an solchen Tagen häufig, wo der Samum weht. Diese Erscheinungen zeigen sich auf dieselbe Art, als die Wasserhosen, wie dieses aus der folgenden Beschreibung der von Bruce in der nubischen Wüste gesehenen hervorgeht: „In der weiten wüsten Ebene von Westen nach Nordwesten sahen wir in gewissen Entfernungen eine Anzahl erstaunlich hoher Säulen von Sand, die sich bald sehr hurtig bewegten, bald mit majestätischer Langsamkeit fortrückten. Zuweilen dachten wir, sie würden uns in wenig Minuten überschütten: und es flogen auch dann und wann kleine Quantitäten Sand zu uns; bald zogen sie sich wieder zurück und kamen uns fast ganz aus dem Gesicht" [29]) Lyon, Ritchie, Browne, Denham und Andere theilen uns mehrere Thatsachen dieser Art

28) Gilbert's Annalen l. l.

29) Bruce Reisen IV, 556.

he gehobenen und herabfallenden Balkens getödtet [27]. Zu
lone in Irland sah man am 18ten Julius 1822, Nachmit-
s um 4 Uhr, eine schwarze Wolke, aus der ein Schweif bis
Erde herabging. Er bewegte sich mit der Wolke langsam fort,
brach mehrere große Baumstämme und schleuderte sie über
0 Fuß weit fort, hob Heuschober in die Luft, von denen keine
pur mehr zu sehen war, und nahm das Dach von einem Hause
ie einen Hut vom Kopfe eines Menschen, und ließ es 1½ Meilen
von in tausend Trümmern wieder auf die Erde fallen. Dieser
chweif wechselte oft in Gestalt und Farbe; bald glich er einer
rren Säule, bald wand er sich wie ein Aal, bald war er
warz und dunkel, bald hellblau und wie von einem lichten
ebel umflort [28].

Am 25sten October 1820 hatte man auf einer Bleiche zu
nsdorf in Schlesien so eben einige hundert Schock weiße Lein-
and, die auf derselben ausgespannt waren, begossen, und die
ute saßen eben bei Tische, als nach zwölf Uhr ein Sturmwind
reinbrach, der so dicke Staubwolken aufwirbelte, daß sich das
ageslicht in dicke Finsterniß verwandelte. Er drückte die Fenster
es Bleichhauses, auf welche er stieß, ein, warf die Flügelthüren
ter fürchterlichem Krachen ein, hob alle andern Thüren in dem
ebäude aus ihren Angeln, so daß der Wind überall queer durch
sselbe hinrauschte, und warf einen großen Leiterwagen, der vor
r Thür stand, so um, daß die Räder zu oberst gekehrt waren.
ie Leinwand wurde emporgehoben und in mehrere Knäuel aufge-
ickelt und das größte derselben in gerader Richtung mehr als
0 Fuß hoch über das bedeutend hohe Bleichhaus fortgeführt und
50 Schritte weit in Gräben und Strauchwerk geschleudert. Man
itte mehrere Stunden lang zu thun, um die ganze in einander
filzte Masse wieder zu entwirren; sie bestand aus 27 Schock,
ovon jedes naß 23 Pfund wog, und in der Mitte des Knäuls
ckte ein 7 Fuß langer, 2½ Zoll dicker und 11 Zoll breiter
fosten, der zum Steg über einen nicht weit entfernten Graben
dient hatte. Der Wirbelwind hatte ihn zugleich mit der Lein-
and in die Luft geführt, diese um ihn wie um eine Rolle aufge-

27) Franklin's Werke II, 52.

28) Gilbert's Annalen LXXIII, 109.

wickelt und das, ohne den Pfosten, 4 Centner 93 Pfund schwe[illegible] Knaul über das Haus weggeführt. Alles dieses war in Zeit [illegible] zwei Minuten geschehen [28]).

Es ließe sich noch eine Menge ähnlicher Erzählungen anfü[illegible]ren, ich halte es jedoch nicht nöthig, mich dabei aufzuhalten, [illegible] das Gesagte hinreichend die ungeheure Wirkung des Windes zeig[illegible].

Es ist oben gesagt, daß sich die Wasserhosen in den meist[illegible] Fällen in der Region der Wolken zuerst zeigen und dann aus die[illegible] herabsinken, wahrscheinlich deshalb, weil die kalten herabsinke[illegible] den Luftströme sich hier zuerst durch eine Condensation des Damp[illegible] kund geben. Ob dieses allgemein der Fall sey und ob das obe[illegible] Stück nur deshalb nicht immer zuerst erscheine, weil die Luft [illegible] hinreichend feucht ist, um sogleich beim Anfange der Beweg[illegible] condensirt zu werden, läßt sich nicht mit Bestimmtheit ausm[illegible] Es giebt jedoch eine Klasse von Erscheinungen dieser Art, [illegible] man zuerst an dem Boden wahrnimmt. Es sind dieses die E[illegible] hosen oder Erdtromben, welche Reisende häufig in den [illegible]sten von Asien und Africa beobachtet haben. Diese ersch[illegible] ebenfalls an windstillen Tagen, wo die Sonne mit großer [illegible] den Boden erhitzt; aufsteigende heiße Luftströme erzeugen [illegible] ein labiles Gleichgewicht der Atmosphäre, kalte stürzen späte[illegible] die Tiefe und geben Gelegenheit zur Entstehung dieser Wirbe[illegible]winde. Daher sind die Erdtromben in jenen Gegenden besonde[illegible] an solchen Tagen häufig, wo der Samum weht. Diese Erschei[illegible]nungen zeigen sich auf dieselbe Art, als die Wasserhosen, wie [illegible]ses aus der folgenden Beschreibung der von Bruce in der [illegible]schen Wüste gesehenen hervorgeht: „In der weiten wüsten Ebe[illegible] von Westen nach Nordwesten sahen wir in gewissen Entfernung[illegible] eine Anzahl erstaunlich hoher Säulen von Sand, die sich bald [illegible] hurtig bewegten, bald mit majestätischer Langsamkeit fortrück[illegible] Zuweilen dachten wir, sie würden uns in wenig Minuten über[illegible]schütten: und es flogen auch dann und wann kleine Quantitä[illegible] Sand zu uns; bald zogen sie sich wieder zurück und kamen [illegible] fast ganz aus dem Gesicht" [29]) Lyon, Ritchie, Brown, Denham und Andere theilen uns mehrere Thatsachen dieser [illegible]

28) Gilbert's Annalen I. l.

29) Bruce Reisen IV, 556.

it. Wenn aber auch in allen Fällen dieser Art die Bewegung
m Boden anzufangen scheint, so ist dieses kein Beweis, daß
vom Boden anfangen müsse; denn wo keine Dämpfe conden-
t werden, fehlt es so lange an dem Mittel, diese Bewe-
ng zu erkennen, bis der in die Höhe gehobene Sand diese
zeigt.

Eine Thatsache, auf welche die meisten kundigen Beobachter
ngewiesen haben, ist die starke Electricität, welche sich zur Zeit
n Wasserhosen zeigt, nicht selten werden sie von Blitzen durch-
ckt, und meistens zeigen sie sich bei Gewittern oder einem gewit-
rartigen Zustande der Luft. Daher suchte man die Entstehung
eser Phänomene aus der Electricität abzuleiten, wie dieses
mentlich Beccaria versuchte, indem er eine Anziehung zwi-
en dem Meere und der Wolke annahm [30]). Das Wasser näm-
h hebt sich in einem Gefäße in die Höhe, wenn man die Kugel
nes electrisirten Leiters darüber hält, und Cavallo schlägt
nen Versuch vor, die Wasserhose im Kleinen nachzubilden [31]).
ringt man einen großen Wassertropfen an den Knopf einer isolir-
n geladenen Flasche und nähert ihm den Knopf einer andern ent-
gengesetzt geladenen Flasche, so wird er auf eine seltsame Art
nweggesprützt. Hängt ein Wassertropfen an dem Knopfe eines
trisirten Leiters, so dehnt er sich kegelförmig aus, wenn man
nen mit der Erde verbundenen ebenen Leiter dagegen bringt.
iebt also eine einzelne stark electrisirte Wolke dem Wasser oder
m Erdboden durch Vertheilung die entgegengesetzte Electricität,
wird zwischen beiden eine entgegengesetzte Anziehung Statt fin-
n, welche die Wolke kegelförmig herabzieht, das Wasser aber
er andere leichte Körper emporhebt, bis sich beide ihre Electrici-
ten entweder durch unmittelbare Berührung oder durch einen
litz mittheilen, wodurch die Erscheinung augenblicklich aufhört
d der obere Theil der Säule in die Wolke zurückgezogen wird,
ährend der untere auf einmal herabfällt. Gehler [32]) macht
Bemerkung, daß man sich hier noch nicht erklären könne, wo-
r die wirbelnde Bewegung komme; noch weniger aber sind wir

30) Beccaria Elettricismo bei Gehler.
31) Cavallo Electricitätslehre S. 200.
32) Gehler's Wörterbuch Alte Ausg. IV, 661.

im Stande, hieraus die Entstehung der Erdtromben in den Wüsten zu erklären, wo keine Wolken vorhanden sind. Ich glaube vielmehr, daß auch hier die Electricität nicht Ursache, sondern Wirkung der Wasserhose ist, indem sie durch die schnelle Condensation von Dämpfen mit Mächtigkeit hervortritt. Jener künstliche Versuch von Cavallo beweist aber außerdem sehr wenig. Würde der Tropfen nicht durch Adhäsion an dem Knopfe der Flasche festgehalten, so würde er sich ganz gegen die Platte bewegen; da aber diese Adhäsion an einer großen Fläche Statt findet, so wird er nothwendig eine kegelförmige Gestalt annehmen. Bei einiger Vorsicht und Uebung kann man diese kegelförmige Gestalt eines Wassertropfens auch erzeugen, wenn man ihn auf der untern Seite einer Kugel befestigt; indem er der Schwere folgt, so wird er eine ähnliche Gestalt erhalten; wollen wir aber deswegen dieser Aehnlichkeit der Gestalten annehmen, daß der Kegel der Wasserhose dadurch entstehe, daß die Dämpfe an dieser Stelle viel schwerer geworden sind?

Die kreisende Bewegung, welche sich nach einer Erfahrung von Dryfhout zuerst in der Wolke zeigt [33]) und welche Gehler nach der electrischen Hypothese für nicht möglich hielt, hat in neuern Zeiten dazu gedient, ein neues Argument für die Erzeugung der Wasserhosen durch Electricität aufzustellen. Wir wissen aus spätern Erfahrungen, daß die Electricität sich um schlechte Leiter häufig in spiralförmigen Wendungen bewegt, auch scheinen die electromagnetischen Erscheinungen darauf zu deuten, daß der electrische Strom den Schließungsdraht in Spiralen umkreise; wenigstens wird dieses in mehrern Hypothesen vorausgesetzt, ohne daß es erwiesen ist. Durch diese drehende Bewegung wurde Horner veranlaßt, die Wasserhosen aus der Electricität abzuleiten. „Als ich vor einiger Zeit veranlaßt wurde, über Wasserhosen und Windtromben die ältern und neuern Beobachtungen nachzulesen, fiel mir die bei Allen ohne Ausnahme vorkommende Wirbelbewegung des aufgethürmten Wasserdunstes oder Erdstaubes außerordentlich auf. Das Ganze ist unzweifelhaft ein Actus einer sehr intensiv, alle kleinern Störungen, die von Schwere, oder Ableitung, oder sonst woher kommen, über-

---

[33]) ...r's Wörterbuch IV, 662.

nden, frei sich bewegenden Electricität. Sollte, dachte ich,
es Phänomen, bei welchem wegen irgend einer uns unbekann-
Ursache die electrische Ladung sich nicht in Funken entledigt,
nicht gerade den Typus darstellen, nach welchem dieses Flui-
n in den Leitern desselben sich fortbewegt. Das schneckenhafte
fsteigen des Wasserdunstes aus dem Meere in die Wolke ist
ch die Beobachtungen von Dampier, von Cook und For-
r, von Michaud und von Andern als Thatsache verbürgt;
eine ähnliche Bewegung bei Landtromben spricht eine Be-
chtung von Wilcke" [34]).

Die ausführliche Abhandlung des scharfsinnigen Verfassers
er diesen Gegenstand ist nicht erschienen, oder mir wenigstens
bekannt. Wenn sich aber das Wasser in der Wasserhose spiral-
mig bewegt, wenn die Electricität bei ihrer Fortschreitung eine
nliche Bahn befolgt, dürfen wir dann hieraus folgern, daß
ch die Wasserhose electrischer Natur sey? Ich glaube Nein ant-
orten zu müssen. Mögen wir die Ursache der electrischen Er-
einungen als eine Materie ansehen oder sie nur als Kraft be-
achten, so viel ist gewiß, daß sie Bewegungen hervorbringt, und
rvorbringen kann, welche denen völlig ähnlich sind, die durch
chwere oder irgend eine andere Naturkraft erzeugt werden. Es
ürde hier aber voreilig seyn, sogleich alles aus der Electricität
zuleiten. Ich will ein völlig analoges Beispiel erwähnen. Die
önen Versuche von Herschel und Erman über die Drehung
s Quecksilbers und der schlechten Leiter im Kreise der Volta'schen
äule, sind jedenfalls Wirkungen des elecrischen Stromes, mögen
r hier nun blos electrische Anziehungen oder electromagnetische
irbel annehmen; indem sich die Lösung je nach ihrer verschiede-
n Beschaffenheit von dem Schließungsdrahte des einen Poles ge-
dlinig nach dem zweiten bewegt, muß nothwendig das vertrie-
ne Fluidum den Gesetzen der Schwere zufolge ersetzt werden, es
t vom Rande nach der Stelle, von welcher das Wasser vertrie-
n ist, und so entsteht auf jeder Seite des mittlern Stromes ein
irbel. Sollen wir aber annehmen, daß in allen Fällen, wo
ewegungen dieser Art vorkommen, die Electricität Ursache der-
lben sey? Und doch sind Bewegungen dieser Art sehr häufig.

34) Gilbert's Annalen LXXIII, 9.

Man darf nur Wasser ansehen, das aus einem Mühlengerinne oder einem engen Kanale hervorkommend in ein erweitertes Flußbett tritt: stets zeigen sich hier Bewegungen, welche den eben erwähnten ähnlich sind, Niemand aber wird hiebei an eine Wirkung der Electricität denken. Will man diese Erscheinungen noch näher sehen, so nehme man ein rundes Gefäß von mehrern Zollen Durchmesser, gieße dieses voll Wasser und halte in geringer Höhe über dem Wasser in die Nähe des Randes eine wenig gegen den Horizont geneigte weite Thermometerröhre so, daß die Verticalebene, in welcher sich die Röhre befindet, nahe mit einem Durchmesser des Gefäßes zusammenfällt. Bläst man durch diese Röhre gegen die Oberfläche des Wassers, so zeigen sich hier Wirbel, deren Richtung leicht durch aufgestreuten Kohlenstaub zu erkennen ist, und welche die größte Aehnlichkeit mit den erwähnten electrischen haben, ohne daß hier an eine Einwirkung der Electricität zu denken ist. Ohne bei der nähern Erklärung dieser Erscheinung zu verweilen, möge es genügen, nur darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß es keineswegs nöthig ist, daß ähnliche Erscheinungen durch einerlei U[illegible] erzeugt werden.

Andere Hypothesen, so z. B., daß an der Stelle der Wasserhose plötzlich ein leerer Raum entstehe, in welcher das Wasser wie in einen Pumpenstiefel gehoben werde, verdienen keine nähere Erwähnung. Noch Andere haben angenommen, daß unterirdische Dünste plötzlich an der Stelle der Wasserhose in die Höhe stiegen. Es ist die letztere Meinung besonders bei derjenigen Klasse von Naturforschern beliebt, welche wenig von den Gesetzen der physicalischen Erscheinungen verstehen, die Ursachen der atmosphärischen Phänomene ins Innere der Erde verlegen, letzteres als lebendes organisches Wesen der Erde ansehen und der Erde mancherlei thierische Triebe zuschreiben. Auch diese Ansicht halte ich keiner Beachtung werth da es zum Theil nur erforderlich wäre, Behauptungen zu widerlegen, aus denen die Ignoranz vieler Urheber dieser Hypothesen hervorginge.

Es scheint mir nach Allem, was ich über die Wasserhosen gesagt habe, sehr wahrscheinlich, daß sie auf mechanischem Wege entweder durch Zusammentreffen entgegengesetzter Luftströme oder durch das Herabsinken kalter Luftmassen erzeugt werden, [illegible] Niemand, welcher die Gesetze der Mechanik nur einigermaßen

mt, wird bezweifeln, daß Wirbel auf diese Art entstehen kön-
n. Verlangt man aber, ich solle den ganzen Vorgang bei die-
Erscheinungen im Detail verfolgen, ich sollte speciell nachwei-
, woher diese Winde die ungeheure Stärke hätten, so bin ich
ses zu leisten nicht im Stande. Ich glaube jedoch, daß die
möglichkeit, dieser Forderung zu genügen, kein Vorwurf für
ine Hypothese seyn könne. Wenn ein Baumeister eine Stadt
: einer gewissen Menge von Wasser versorgen soll, so ist hier,
wir es nur mit einer geradlinigen Bewegung zu thun haben,
e Kenntniß von der Weite und Biegung der Röhren, von der
uckhöhe des Wassers im Bassin und vielen andern Umständen
orderlich, um nur einigermaßen der Forderung zu genügen; der
umeister würde demjenigen, der verlangte, er solle eine den
dürfnissen entsprechende Anlage auch ohne Bekanntschaft mit
sen Umständen anlegen, die richtige Antwort geben, daß er
hts von der Sache verstehe. Will man hier, wo die ganze
scheinuung durch die Combination der fortschreitenden und dre-
nden Bewegung viel verwickelter wird, verlangen, daß alle ein-
nen Umstände genau erklärt, daß Richtung und Schnelligkeit des
romes nachgewiesen werden sollen, ohne daß wir auch nur
end eine Angabe über Druck und Temperatur der Luft am Bo-
ı und in verschiedenen Höhen, über Richtung der Luftströme in
: Tiefe und in den höhern Schichten, über Dampfgehalt der
nosphäre, alles vor, während und nach der Erscheinung besitzen?
er bei gänzlicher Unbekanntschaft mit allen diesen Punkten eine
lständige Lösung des Problems verlangt, giebt dadurch einen
lkommenen Beweis von seiner eigenen Unbekanntschaft mit Allem,
s Theorie und Erfahrung über die Bewegung flüssiger Körper
:hrt haben.

Wir haben jetzt eine Klasse von Erscheinungen betrachtet, welche
den furchtbarsten und großartigsten Vorgängen in der Atmo-
re gehören: wir haben gesehen, wie durch schnelle Condensa-
ı der Dämpfe eine so starke Electricität entwickelt würde, daß
: bedeutende Explosionen Statt finden konnten. So verwickelt
h die Verhältnisse waren, unter denen die Electricität bei diesen
cheinungen auftrat, so schnell sich ihre Art und Stärke auch
erten, so sahen wir doch stets die Gegenwart dieses Fluidums

Electricität. War es ungewöhnlich warm, so trug die Electricität die Schuld dieser Schwüle; war es sehr kalt, so rührte diese Kälte von der Electricität her; war es sehr dürr, so hielt die Electricität die Dünste in der Luft zurück; starker Regen war Folge der Electricität: und so wurden alle ungewöhnlichen Erscheinungen, alle Krankheiten und Miasmen aus der Electricität abgeleitet. Die meisten Schriften seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts führen die Meteore auf die Electricität zurück. Es würde uns jedoch hier, wo wir keine Geschichte der Meteorologie schreiben wollen, zu weit führen, sollten wir die einzelnen Hypothesen näher entwickeln.

Durch die Arbeiten Volta's erhielt diese Ansicht eine neue Stütze. Indem er von sorgfältig beobachteten Erscheinungen ausging, entwickelte er in mehrern Aufsätzen eine Reihe von Gesetzen, welche wir im Vorhergehenden mitgetheilt haben, aber er beschränkte sich dabei auf die eigentlich electrischen Phänomene. Ihm folgten mehrere Naturforscher, sie blieben aber nicht bei den einfachen, von ihm aufgestellten Thatsachen stehen, sondern gingen in ihren Folgerungen viel weiter. Hatten schon die Versuche von Marum, Priestley und andern Physikern gezeigt, daß die Electricität sehr bedeutende chemische Aenderungen zu erzeugen im Stande sey, so wurden die Thatsachen noch durch die Entdeckung der electrischen Säule und durch die vielfach wiederholte Zersetzung der Körper im Kreise derselben vermehrt. So wie die Electrochemie eine größere Zahl von Anhängern fand, wurden auch die Ansichten über die electrische Theorie der Meteore erweitert. Man sah die Erde wohl als eine geschlossene electrische Säule an, Zersetzungen in derselben sollten die Ursache der verschiedenen Arten der Witterung seyn. Was Saussüre und Dalton gesagt hatten, wurde nicht beachtet, de Luc's hypothetische Ansichten hatten einen zu großen Beifall.

Nachdem de Luc die großen Schwierigkeiten bei Erklärung des Regens erkannt hatte, indem sein sehr unvollkommenes Hygrometer häufig große Trockenheit an solchen Stellen anzeigte, wo kurze Zeit nachher Wolken erschienen, stellte er seine electrisch-chemische Theorie der Meteore auf, welche er ausführlich in seinen Ideen über die Meteorologie vorträgt [1]), und von welcher Par-

1) Idées sur la Meteor. II, 267, §. 719 fg.

rot eine gedrängte Uebersicht giebt [2]). De Luc hatte an-
lich die Idee gehabt, daß in der Atmosphäre viel Wasserstoff-
ey, welches in Verbindung mit dem Oxygen Knallgas bilde,
indet würde und dann als Wasser herabfiele; er gab diese
tellung auf, weil er sah, daß Feuer auf hohen Bergen keine
ssionen bewirkte und daß die Wolken sich zeigten, noch ehe
Blitz das Knallgas entzündet hätte. Sodann nahm er den
uchen von Lavoisier über die Zersetzung der atmosphärischen
zuwider an, daß die atmosphärische Luft ein expansibles ho-
enes Fluidum sey, von welchem jedes Theilchen schon die
andtheile, welche wir daraus trennen, und wahrscheinlich noch
andere enthielte [3]). Diese atmosphärische Luft selbst enthält
alles, was zur Bildung von Wasserdunst nöthig ist, sie ent-
nämlich Feuer und Wasser. Erstern Umstand anlangend, so
er dadurch bestätigt, daß Lavoisier und andere Physiker
Wärme als Ursache der Existenz von Gasen ansehen; daß aber
Wasser vorhanden sey, wird dadurch bewiesen, daß dieses
Verbrennung von Hydrogen mit atmosphärischer Luft ent-
[4]). Indem er sich auf die Versuche von Cavendish über
tehung von Salpetersäure bei der Verbrennung atmosphäri-
Luft durch den electrischen Funken stützt, nimmt er ferner
daß dieses Gas die beiden Bestandtheile des Wassers ent-
, daß aber jedes von diesen mit einem andern Körper verbun-
ey, welcher der Salpetersäure eigenthümlich ist und wodurch
etztere von den übrigen Körpern derselben Art unterscheidet [5]).
st daher nur nöthig, dieser Luft die Salpetersäure zu neh-
, um sie in Wasserdampf mit Ueberschuß von Wärme zu ver-
eln.

In den Jahren 1780 und 1781 stellte de Luc eine Reihe
Versuchen über die gleichzeitigen Aenderungen des Thermo-
es und Hygrometers in freier Luft an, und hiebei zeigte
hm sehr bald eine große Menge von anomalen Erscheinungen.
nämlich das Hygrometer während der Nacht sehr nahe am

arrot Physik der Erde S. 438.
dées sur la Meteor. II, 277. §. 726.
aselbst II, 282. §. 731.
aselbst II, 295. §. 740.

Electricität. War es ungewöhnlich warm, so trug die Electricität die Schuld dieser Schwüle; war es sehr kalt, so rührte diese Kälte von der Electricität her; war es sehr dürr, so hielt die Electricität die Dünste in der Luft zurück; starker Regen war Folge der Electricität: und so wurden alle ungewöhnlichen Erscheinungen, alle Krankheiten und Miasmen aus der Electricität abgeleitet. Die meisten Schriften seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts führen die Meteore auf die Electricität zurück. Es würde uns jedoch hier, wo wir keine Geschichte der Meteorologie schreiben wollen, zu weit führen, sollten wir die einzelnen Hypothesen näher entwickeln.

Durch die Arbeiten Volta's erhielt diese Ansicht eine neue Stütze. Indem er von sorgfältig beobachteten Erscheinungen ausging, entwickelte er in mehrern Aufsätzen eine Reihe von Gesetzen, welche wir im Vorhergehenden mitgetheilt haben, aber er beschränkte sich dabei auf die eigentlich electrischen Phänomene. Ihm folgten mehrere Naturforscher, sie blieben aber nicht bei den einfachen, von ihm aufgestellten Thatsachen stehen, sondern gingen in ihren Folgerungen viel weiter. Hatten schon die Versuche von Marum, Priestley und andern Physikern gezeigt, daß die Electricität sehr bedeutende chemische Aenderungen zu erzeugen im Stande sey, so wurden die Thatsachen noch durch die Entdeckung der electrischen Säule und durch die vielfach wiederholte Zersetzung der Körper im Kreise derselben vermehrt. So wie die Electrochemie eine größere Zahl von Anhängern fand, wurden auch die Ansichten über die electrische Theorie der Meteore erweitert. Man sah die Erde wohl als eine geschlossene electrische Säule an, Zersetzungen in derselben sollten die Ursache der verschiedenen Arten der Witterung seyn. Was Saussure und Dalton gezeigt hatten, wurde nicht beachtet, de Luc's hypothetische Ansichten hatten einen zu großen Beifall.

Nachdem de Luc die großen Schwierigkeiten bei Erklärung des Regens erkannt hatte, indem sein sehr unvollkommenes Hygrometer häufig große Trockenheit an solchen Stellen anzeigte, wo kurze Zeit nachher Wolken erschienen, stellte er seine electrisch-chemische Theorie der Meteore auf, welche er ausführlich in seinen Ideen über die Meteorologie vorträgt [1]), und von welcher ...

1) Idées sur la Meteor. II, 267. §. 719 fg.

:ot eine gedrängte Uebersicht giebt [2]). De Luc hatte an-
ch die Idee gehabt, daß in der Atmosphäre viel Wasserstoff-
y, welches in Verbindung mit dem Oxygen Knallgas bilde,
ıdet würde und dann als Wasser herabfiele; er gab diese
:llung auf, weil er sah, daß Feuer auf hohen Bergen keine
sionen bewirkte und daß die Wolken sich zeigten, noch ehe
litz das Knallgas entzündet hätte. Sodann nahm er den
:chen von Lavoisier über die Zersetzung der atmosphärischen
uwider an, daß die atmosphärische Luft ein expansibles ho-
:nes Fluidum sey, von welchem jedes Theilchen schon die
ndtheile, welche wir daraus trennen, und wahrscheinlich noch
ındere enthielte [3]). Diese atmosphärische Luft selbst enthält
alles, was zur Bildung von Wasserdunst nöthig ist, sie ent-
ıämlich Feuer und Wasser. Erstern Umstand anlangend, so
er dadurch bestätigt, daß Lavoisier und andere Physiker
Wärme als Ursache der Existenz von Gasen ansehen; daß aber
Wasser vorhanden sey, wird dadurch bewiesen, daß dieses
Verbrennung von Hydrogen mit atmosphärischer Luft ent-
[4]). Indem er sich auf die Versuche von Cavendish über
ehung von Salpetersäure bei der Verbrennung atmosphäri-
Luft durch den electrischen Funken stützt, nimmt er ferner
daß dieses Gas die beiden Bestandtheile des Wassers ent-
daß aber jedes von diesen mit einem andern Körper verbun-
y, welcher der Salpetersäure eigenthümlich ist und wodurch
ztere von den übrigen Körpern derselben Art unterscheidet [5]).
t daher nur nöthig, dieser Luft die Salpetersäure zu neh-
um sie in Wasserdampf mit Ueberschuß von Wärme zu ver-
:ln.

In den Jahren 1780 und 1781 stellte de Luc eine Reihe
Versuchen über die gleichzeitigen Aenderungen des Thermo-
s und Hygrometers in freier Luft an, und hiebei zeigte
m sehr bald eine große Menge von anomalen Erscheinungen.
nämlich das Hygrometer während der Nacht sehr nahe am

Parrot Physik der Erde S. 438.
ées sur la Meteor. II, 277. §. 726.
aselbst II, 282. §. 731.
aselbst II, 295. §. 740.

und welchen Saussure bei seinen Untersuchungen über Hygrometrie mit so vieler Umsicht verfolgte.

Dieses System von de Luc finden wir mehr oder weniger abgeändert in den meisten spätern Schriften. Zu denjenigen Naturforschern, welche dasselbe am ausführlichsten und gründlich erweitert haben, gehört Parrot [13]). Die Hauptschwierigkeit bei dem Systeme de Luc's liegt in der Bestimmung des Fluidums, welches neben dem Lichte die Bestandtheile der Electricität ausmacht, und welches einen großen Antheil an der Verwandlung des Wasserdampfes in Luft oder umgekehrt hat. Da sich hierüber nichts bestimmen läßt, so legt Parrot seinem System folgenden Satz zum Grunde: Das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft vermag das Wasser aufzulösen und in den Gaszustand zu versetzen und so zu binden, daß es nicht nach Verhältniß der vorhandenen Menge aufs Hygrometer wirkt. Außerdem stellt Parrot noch folgende Sätze für sein System der wässerigen Meteore an:

1) Saussure hat durch Versuche bewiesen, daß man in einem heißen isolirten Gefäße, welches das Wasser zersetzen nicht vermag, verdunstet, das Gefäß nicht electrisch wird, woraus folgt, daß die Dünste die Electricität binden.

2) Electrische Entladungen bewirken nach van Marum's Versuchen eine Vereinigung des reinen Sauerstoffgases mit dem Wasser, ohne die Natur des übrig bleibenden Gases zu ändern.

3) Die in einer Säule atmosphärischer Luft vorhandene Wassermenge ist bei weitem kleiner als diejenige, welche während eines starken Regens aus derselben herabfällt.

4) Die in der atmospärischen Luft enthaltene Wassermenge kann gleichfalls nicht von den größern Veränderungen des Barometers Rechenschaft geben. Es müssen also sowohl bei den plötzlichen, als auch bei den allmähligen Veränderungen des Barometers, andere Operationen vorgehen, als die Auflösung und der Niederschlag des Wassers.

---

13) Parrot Physik der Erde S. 443. §. 307.

5) Die Vegetation liefert bei Tage Sauerstoffgas, bei Nacht Kohlensäure. Der Ocean haucht bei Tage Sauerstoffgas aus, und verschluckt es bei Nacht wieder; wenigstens ist es eine an Sauerstoffgas reichere Luft, welche das Wasser abwechselnd ausgiebt und einnimmt.

) Es giebt zweierlei wesentlich von einander verschiedene Ausdünstungen und Niederschläge des Wassers aus der Luft, die eine mittelst des Wärmestoffs, die andere mittelst des Sauerstoffs: dasjenige Wasser, welches durch Temperaturerhöhung verdunstet, nennen wir physischen Dunst; seinen Niederschlag, der durch Temperaturerniedrigung entsteht, nennen wir physischen Niederschlag. Aber dasjenige Wasser, welches das Sauerstoffgas aufgelöst und in Gasgestalt dargestellt hat, nennen wir chemischen Dunst, und dessen Niederschlag nennen wir chemischen Niederschlag. Das Wasser als physischer Dunst ist nur im latenten, aber als chemischer Dunst im gebundenen Zustande in Rücksicht auf das Hygrometer, ganz analog mit den Zuständen des Wärmestoffes in Rücksicht auf das Thermometer.

) So wie eine höhere Temperatur alle Auflösungen befördert und intensiver macht, so ist die chemische Ausdünstung größer unter größerer Temperatur, und unter geringerer Temperatur kleiner. Aber die uns bekannte niedrigste Temperatur vermag nicht, alles Wasser aus seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe niederzuschlagen; vielmehr vermag auch die kälteste Luft noch Wasser aufzunehmen und das Eis zur Ausdünstung zu zwingen.

3) Aus diesem Grunde harmonirt der Gang der Hygrometer mit der Ab- und Zunahme der absoluten, in der Luft befindlichen Wassermenge nicht, wie Saussure's und de Luc's Versuche beweisen. Die hygrometrischen Substanzen wirken nur durch Flächenanziehung auf das Wasser, und entziehen es dem Wärmestoffe nur, wenn die Sättigung für den vorhandenen Temperaturgrad eingetreten ist; denn im reinen Wasserdampfe von 80° R. zeigt das Hygrometer den höchsten Grad der Trockenheit an.

pumpte er $\frac{1}{8}$ der Luft aus, so rückte es um 4,75 Grad zu
Punkte der Trockenheit. Als die Luft zur Hälfte ausgepumpt w
so stand das Hygrometer nahe auf 76°, und als er jetzt no
$\frac{7}{8}$ der ursprünglichen Luftmasse entfernte, bewegte sich das Hy
meter um 7°,37 zum Punkte der Trockenheit, ja bei der Ent
nung des letzten Achtels betrug diese Größe mehr als 17° 14).

Ich will hier das Mittel des dritten und vierten Versu
von Saussure an der angeführten Stelle mittheilen.

Ursprüngliche Dampfmenge	Hygrometer	Aenderung
1 ———————	97°,4	
$\frac{1}{8}$ entfernt, also $\frac{7}{8}$ Rest	93,2	4°,2
$\frac{2}{8}$ ——— $\frac{6}{8}$ —	88,5	4,7
$\frac{3}{8}$ ——— $\frac{5}{8}$ —	82,6	5,9
$\frac{4}{8}$ ——— $\frac{4}{8}$ —	76,0	6,6
$\frac{5}{8}$ ——— $\frac{3}{8}$ —	68,2	7,8
$\frac{6}{8}$ ——— $\frac{2}{8}$ —	58,5	9,7
$\frac{7}{8}$ ——— $\frac{1}{8}$ —	47,0	11,5
$\frac{8}{8}$ (?) ——— 0 (?)	29,4	17,6

Hier sehen wir allerdings, daß gleichen Aenderungen in der D
tigkeit der Luft und des Dampfes nicht gleiche Aenderungen
Stande des Hygrometers entsprechen, dieses ist aber nach Bd.
S. 327 eben so wenig in dichter als in dünner Luft der F
Um jedoch aus dieser Untersuchung ein gültiges Resultat herzu
ten, müssen wir noch den Umstand beachten, daß eine geri
Menge von Feuchtigkeit, die etwa an den Wänden niederge
gen war und in der Folge verdunstete, große Störungen ver
lassen kann. Je dünner die Luft wird, desto größer wird offen
dieser Einfluß. Wir wollen daher den obigen Versuch nur so
betrachten, bis die Luft zur Hälfte verdünnt ist. Nehmen
nun das Mittel aus den Versuchen von Gay-Lussac und Pr
sep, so finden wir folgende Prozente des Dampfgehaltes in
einzelnen Versuchen:

14) Saussure Hygrometrie S. 165. §. 145.

Versuch	Hygrometer		Dampfgehalt
1:	97°,4,		92,0
2	— 93,2	—	85,4
3	— 88,5	—	75,8
4	— 82,6	—	64,7
5	— 76,0	—	53,7

:r sollte der Dampfgehalt bei jedem folgenden Versuche um die=
›e Größe kleiner werden; um jedoch die etwa vorhandenen Ano=
lieen zu entfernen, wollen wir den ursprünglichen Dampfgehalt
s allen Versuchen herleiten, indem wir annehmen, daß jedes=
:l $\frac{1}{8}$ entfernt werde. Dann erhalten wir die folgenden fünf
:dingungsgleichungen

1 : 92,0 = 1,000 a
2 : 85,4 = 0,875 a
3 : 75,8 = 0,750 a
4 : 64,7 = 0,625 a
5 : 53,7 = 0,500 a

ıd hieraus ergiebt sich = a 99,1. Leiten wir aus diesem Werthe
e Hygrometerstände her, so finden wir

Versuch	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
1:	97°,4,	99°,5,	+2°,5
2	. . . 93,2	. . . 93,8,	. . . +0,6
3	. . . 88,5	. . . 87,8,	. . . —0,7
4	. . . 82,6	. . . 80,9,	. . . —1,7
5	. . . 76,0	. . . 73,1,	. . . —2,9

So groß die Differenzen bei den beiden äußersten Versuchen auch
nd, so reicht doch schon eine sehr geringe in der Folge verdunstete
Wassermenge hin, um dieselben zu erzeugen. Daß jedoch das
ıaarhygrometer bei größerer Verdünnung der Luft eine stärkere
euchtigkeit angiebt, als die Theorie erfordert, beruht auf der
rägheit des Instrumentes, auf welche der Erfinder selbst schon
ufmerksam machte. Wenn zwei Haarhygrometer längere Zeit
twa auf dem 40sten Grade gestanden haben und man eins in eine
rockene Luft bringt, wodurch es etwa nahe auf 30° kommt, das
ndere aber in eine minder trockene Luft bringt, in welcher es
twa auf 50° steht, so kommen beide in dem ersten Raume nicht
wieder auf 40°, sondern es bleibt das auf der feuchtern Luft bei
:2° oder 43°, das aus der trocknern bei 37° oder 38° stehen [15]).

15) Saussure Hygrometrie S. 80. §. 68.

pumpte er $\frac{1}{8}$ der Luft aus, so rückte es um 4,75 Grad zum Punkte der Trockenheit. Als die Luft zur Hälfte ausgepumpt war, so stand das Hygrometer nahe auf 76°, und als er jetzt wieder $\frac{1}{8}$ der ursprünglichen Luftmasse entfernte, bewegte sich das Hygrometer um 7°,37 zum Punkte der Trockenheit, ja bei der Entfernung des letzten Achtels betrug diese Größe mehr als 17° [14]).

Ich will hier das Mittel des dritten und vierten Versuchs von Saussure an der angeführten Stelle mittheilen.

Ursprüngliche Dampfmenge	Hygrometer	Aenderung
1 ———————	97°,4	
$\frac{1}{8}$ entfernt, also $\frac{7}{8}$ Rest	93,2	4°,2
$\frac{2}{8}$ ——————— $\frac{6}{8}$ —	88,5	4,7
$\frac{3}{8}$ ——————— $\frac{5}{8}$ —	82,6	5,9
$\frac{4}{8}$ ——————— $\frac{4}{8}$ —	76,0	6,6
$\frac{5}{8}$ ——————— $\frac{3}{8}$ —	68,2	7,8
$\frac{6}{8}$ ——————— $\frac{2}{8}$ —	58,5	9,7
$\frac{7}{8}$ ——————— $\frac{1}{8}$ —	47,0	11,5
$\frac{8}{8}$ (?) ——————— 0 (?)	29,4	17,6

Hier sehen wir allerdings, daß gleichen Aenderungen in der Dichtigkeit der Luft und des Dampfes nicht gleiche Aenderungen im Stande des Hygrometers entsprechen, dieses ist aber nach Bd. I S. 327 eben so wenig in dichter als in dünner Luft der Fall. Um jedoch aus dieser Untersuchung ein gültiges Resultat herzuleiten, müssen wir noch den Umstand beachten, daß eine geringe Menge von Feuchtigkeit, die etwa an den Wänden niedergeschlagen war und in der Folge verdunstete, große Störungen veranlassen kann. Je dünner die Luft wird, desto größer wird offenbar dieser Einfluß. Wir wollen daher den obigen Versuch nur so weit betrachten, bis die Luft zur Hälfte verdünnt ist. Nehmen wir nun das Mittel aus den Versuchen von Gay-Lussac und Prinsep, so finden wir folgende Prozente des Dampfgehaltes in den einzelnen Versuchen:

14) Saussure Hygrometrie S. 165. §. 145.

Wenn Jemand, welcher sich nicht wissenschaftlich mit der forschung der Natur beschäftigt, aus beobachteten Thatsachen setze herleitet, ohne alle Umstände zu berücksichtigen, so wird der die mitgetheilten Thatsachen wenigstens mit Dank anneh-n, und die Fehler mit dem Streben, nützlich zu werden, ent-uldigen. Wenn dagegen ein Naturforscher von Profession aus Beobachtungen Folgerungen herleitet, so werden an ihn engere Forderungen gemacht. Die eben mitgetheilte Stelle, f welche der Verfasser ein großes Gewicht legt, zerfällt in zwei eile, einen Erfahrungssatz und einer Folgerung. Durch den nfluß des Mondes und der Planeten soll Kälte entstehen. Wer t dieses beobachtet? Oder ist dieses etwa die Erfahrung, welche ärtner gemacht haben, daß es in heitern mondhellen Nächten lter ist, als in trüben? Dieses rührt jedoch nicht vom Monde r, sondern davon, daß der Boden dann leichter Wärme aus-ahlt. Eben so und nicht besser steht es mit der zweiten Erfah-ng. Die Wolken sollen sich auflösen, wenn der Mond culmi-rt, dagegen nach der Culmination aufs Neue entstehen. Wirft an auf den Himmel einen vagen Blick und verfolgt sein Ansehen ährend einer mondhellen Nacht, so scheint die Behauptung htig. Sprechen wir aber genauer, so müssen wir wohl sagen, höher der Mond steigt, desto häufiger scheint er durch Wolken-cken; es liegt der ganzen Folgerung die falsche Vorstellung zum runde, als ob wir uns im Mittelpunkte der Kugel befänden, elche die Wolkenmasse um die Erde bildet. Eine einfache Be-achtung, welche mir fast zu trivial schien, als daß ich sie im sten Bande bei Gelegenheit der Wolken hätte anführen sollen nd von welcher ich daher annahm, daß sie sich von selbst ver-ände, giebt über den Trugschluß von van Mons einen hin-ichenden Aufschluß. Es sey (Fig. 8) AB die Oberfläche der rde, DE ein Durchschnitt des Kugelsegmentes, in welchem sich e Wolken befinden und hier seyen kugelförmigen Wolken derge-alt vertheilt, daß der Durchmesser einer Wolkenlücke gleich dem urchmesser der Wolke ist. Befindet sich ein Beobachter in O nd zieht derselbe gegen den heitern Himmel die Gesichtslinien F, OG, OH u. s. w., so ist einleuchtend, daß der Himmel ihm der Nähe des Horizontes weit bewölkter erscheint, als im Ze-th, der aufgehende Mond wird daher nicht so hell oder so an-

Dürfen wir in unserm Versuche nicht etwas Aehnliches annehmen?
Es scheint ein solches Zurückbleiben des Hygrometers um so wahr-
scheinlicher, da sich das Haar in verschlossenen Gefäßen weit lang-
samer bewegt, als in freier Luft [16]).

Forster glaubt, daß sich alle Modificationen der Wolken
nach Howard's Systeme auf verschiedene electrische Zustände
der Atmosphäre zurückführen lassen. Er glaubt, man müsse den
Cirrus allezeit als einen Leiter der electrischen Flüssigkeit ansehen.
„Schon sein Gewebe scheint seine besondern Wirkungen anzudeu-
ten. Die langen parallelen und erhabenen Striche gleichen wahr-
scheinlich die Electricität großer sehr von einander entfernter Luft-
massen aus. Die abgesonderten lockigen Cirri vereinigen ih-
eigene Electricität mit der Electricität der sie umgebenden Luft,
indessen schräges herabhängendes feines Gewebe der Leiter v-
einer obern zu einer niedern Schicht zu seyn scheint. Auch bi-
det sich der Cirrus zuweilen zwischen zwei andern etwas von ein-
der entfernten Wolken als Zwischenleiter. Mit dieser Be-
thung lassen sich alle Erscheinungen, die ich wahrgenommen h-
seitdem ich meine Aufmerksamkeit auf die Wolkenlehre richt-
vereinigen; und wahrscheinlich hört ein Cirrus, wenn er nic-
mehr leitet, auf, ein Cirrus zu seyn, und verdunstet entwe-
oder geht in andere Abänderungen über" [17]). „Wenn der Cirr-
aufhört zu leiten, so wird er wahrscheinlich entweder positiv ode-
negativ electrisch, und seine Verwandlung in den Cirrocumulu-
scheint anzuzeigen, daß er sehr positiv electrisch geworden sey" [18]).
Auf eine völlig ähnliche Art leitet Forster die Uebergänge der
übrigen Wolken in einander aus der Electricität ab, indessen si-
alles dieses Behauptungen, die sich leichter aussprechen als b-
weisen lassen.

Unsere Unbekanntschaft mit dem Wesen der Electricität, d-
Verwandtschaft dieses Fluidums mit den übrigen Imponderabilie-
namentlich dem Lichte und der Wärme, gab zu mancherlei Hyp-
thesen, welche seit de Luc aufgestellt sind, Veranlassu-
Wenige von diesen sind mit einer solchen Bestimmtheit aufgest-

16) Saussure Hygrometrie S. 75. §. 65.

17) Forster Wolken S. 7.

18) Daselbst S. 15.

id auf so sichern Erfahrungen basirt ausgegeben worden, als e von van Mons [19]). Er sieht das electrische Fluidum als ne besondere Modification des Wärmestoffes an und glaubt, daß ese beiden Fluiden nebst dem Lichte unter verschiedenen Umstän- :n abwechselnd in einander verwandelt würden. Der Wärme- off, welcher zu uns als Licht kommt, ist die schwere Materie der onne, welche ihre Elasticität nach einer der Schwere entgegen- setzten Richtung treibt, aber kaum hat die Wirkung dieser Ela- cität aufgehört, so wird diese Materie aufs Neue von der Gra- tation zu der Sonne zurückgeführt. Dasjenige Licht, welches ır Erde gelangt, wird entweder reflectirt, oder zerstreut, oder Wärme verwandelt; aber ein Theil wird von der Luft zurück- halten. Das in Wärme verwandelte Licht steigt mit dem Was- r nach den obern Regionen der Atmosphäre und bildet dort *apeur physique par la chaleur.* Aber diese Wärme wird durch en Einfluß vom Lichte der Gestirne und namentlich des Mondes ı electrisches Fluidum umgebildet, sie bildet nun mit dem Wasser icht mehr physischen Dampf, sondern geht mit der Luft in eine hysisch-chemische Umbildung, welche weder Kälte noch Druck uflösen können, es entsteht das *composé electrico-aquoso- érien.* Aber die Sonne zertheilt auch wieder die Electricität in icht, das nach der Sonne zurückkehrt, und in Wärme. Letz- :re wird aufs Neue electrisirt, und so dauern die Umbildungen stets ›rt. Wenn durch Einwirkung äußerer Umstände sehr viel Wärme ı Electricität verwandelt wird, so entsteht kaltes Wetter bei hei- :rm Himmel. Wird dagegen die Electricität in Wärme verwan- elt, so wird die Luft warm und oft fällt Regen. Ueberhaupt nd die verschiedenen Wärmegrade der Atmosphäre nur Wirkun- en von der Umbildung dieser drei Fluida. Man bemerkt sehr äufig, daß mit größerer Spannung der Luft (lorsque l'air se nd) und hohem Barometerstande ein Sinken des Thermometers erbunden ist, während der Luftdruck bei hoher Temperatur klein :. Dieses kommt daher, daß die Wärme im ersten Falle in lectricität, im zweiten die Electricität in Wärme umgebildet ird. Die Luft verdankt überhaupt ihre Elasticität nur der

19) van Mons Principes d'électricité. 8. Bruxelles, an XI. p. 52 fg.

Electricität durch die Ankunft des Wassers, und die Veränderun
im Luftdrucke hängt von der Art ab, wie letzteres mit der Elec
cität verbunden ist.

Das Wasser ist zu jeder Zeit auf vier verschiedene Arten mi
der Luft verbunden, die erste Verbindung ist das *composé aérien*
im engern Sinne; es ist dieses eine innige, durch physisch-chemi
sche Verwandtschaft bewirkte, Verbindung der Gase, der Electri
cität und des Wassers, in welcher dieses Fluidum ganz die Rolle
der permanent elastischen Gase spielt. Aus dieser Verbindung
kann das Wasser weder durch Schwefelsäure, noch durch geglüht
kaustische Alkalien entfernt werden. (Schade, daß der Verfa
vergessen hat anzugeben, durch welche Versuche er sich von d
Existenz dieses Wassers überzeugt habe.) Der zweite Zustand i
die directe, ohne Hülfe der Wärme bewirkte, Auflösung des W
sers im *Composé electrico-aquoso-aérien*, ähnlich der A
lösung eines Salzes im Wasser. Der dritte Zustand ist der *e
dissoute à la faveur d'un accroissement de température*. D
Wasser ist Ursache, daß es nicht sogleich regnet, wenn das Ba
meter sinkt, indem die aus der Electricität entstandene Wär
dasselbe noch einige Zeit zurückhält. Der vierte Zustand ist d
d'eau hygrométriquement unie, adhérente, indem die Luft d
trefflichste hygrometrische Substanz ist und die Luft eben so n
jeder andere Körper durch Wasser ausgedehnt wird. Noch sche
es einen fünften Zustand des Wassers, *par aspiration sidéra*
zu geben, auf den besonders der Mond großen Einfluß h
„Diese Vereinigung des Wasserdampfes mit der Luft ist nicht se
innig und hört fast stets mit dem anziehenden Einflusse (influen
aspirante) auf, durch welche sie erzeugt wird, unmittelbar na
dem Durchgange des Planeten durch den Meridian des Ort
fände dabei nicht zugleich Kälte Statt, so könnte man glaub
daß sie blos mechanisch wäre. Der Mond giebt uns ein Bei
dieser Auflösung, wenn die Luft zur Zeit seines Aufganges bewö
ist. Man sieht wie die Wolken sich in dem Maaße auflösen,
wie er höher steigt. Es scheint fast, als ob er dieselben vor s
fortstößt. Aber kaum hat der Mond die Hälfte seines Lau
vollendet, so zeigen sich diese Wolken aufs Neue und nun sche
sie ihm zu folgen."

Wenn Jemand, welcher sich nicht wissenschaftlich mit der
:forschung der Natur beschäftigt, aus beobachteten Thatsachen
esetze herleitet, ohne alle Umstände zu berücksichtigen, so wird
:der die mitgetheilten Thatsachen wenigstens mit Dank anneh-
en, und die Fehler mit dem Streben, nützlich zu werden, ent-
ulldigen. Wenn dagegen ein Naturforscher von Profession aus
n Beobachtungen Folgerungen herleitet, so werden an ihn
engere Forderungen gemacht. Die eben mitgetheilte Stelle,
if welche der Verfasser ein großes Gewicht legt, zerfällt in zwei
heile, einen Erfahrungssatz und einer Folgerung. Durch den
influß des Mondes und der Planeten soll Kälte entstehen. Wer
it dieses beobachtet? Oder ist dieses etwa die Erfahrung, welche
ärtner gemacht haben, daß es in heitern mondhellen Nächten
ilter ist, als in trüben? Dieses rührt jedoch nicht vom Monde
:r, sondern davon, daß der Boden dann leichter Wärme aus-
rahlt. Eben so und nicht besser steht es mit der zweiten Erfah-
ung. Die Wolken sollen sich auflösen, wenn der Mond culmi-
irt, dagegen nach der Culmination aufs Neue entstehen. Wirft
an auf den Himmel einen vagen Blick und verfolgt sein Ansehen
ährend einer mondhellen Nacht, so scheint die Behauptung
chtig. Sprechen wir aber genauer, so müssen wir wohl sagen,
höher der Mond steigt, desto häufiger scheint er durch Wolken-
icken; es liegt der ganzen Folgerung die falsche Vorstellung zum
runde, als ob wir uns im Mittelpunkte der Kugel befänden,
elche die Wolkenmasse um die Erde bildet. Eine einfache Be-
rachtung, welche mir fast zu trivial schien, als daß ich sie im
rsten Bande bei Gelegenheit der Wolken hätte anführen sollen
nd von welcher ich daher annahm, daß sie sich von selbst ver-
ände, giebt über den Trugschluß von van Mons einen hin-
:ichenden Aufschluß. Es sey (Fig. 8) AB die Oberfläche der
:rde, DE ein Durchschnitt des Kugelsegmentes, in welchem sich
ie Wolken befinden und hier seyen kugelförmigen Wolken derge-
alt vertheilt, daß der Durchmesser einer Wolkenlücke gleich dem
urchmesser der Wolke ist. Befindet sich ein Beobachter in O
nd zieht derselbe gegen den heitern Himmel die Gesichtslinien
)F, OG, OH u. s. w., so ist einleuchtend, daß der Himmel ihm
ı der Nähe des Horizontes weit bewölkter erscheint, als im Ze-
ith, der aufgehende Mond wird daher nicht so hell oder so an-

haltend scheinen, als der culminierende. Schon Prévost hat die
Beobachtung angestellt, und in der Folge hat sie L. v. Buch be-
nutzt, um zu zeigen, daß ein am Horizonte umzogener Himmel
an denjenigen Stellen, wo diese Wolken im Zenith stehen, nicht
sehr bewölkt zu seyn brauche [20]); Wolken, welche am Horizonte
als dicht gedrängte Cumulostrati erscheinen, sind vielleicht eben so
leichte Cumuli, als diejenigen, welche sich über uns befinden.

20) Abh. d. Berl. Acad. 1814. S. 90.

Nachtrag
zum fünften Abschnitte.

.ls ich den Abschnitt über den Gang der Temperatur und die
:stalt der Isothermen bearbeitete, machte ich darauf aufmerk-
:n, daß Brewster's mir damals kaum mehr als dem Namen
ch bekannte Hypothese über die Existenz zweier Kältepole in der
rdlichen Halbkugel einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit
be; die wenigen mir bekannten Messungen aus dem Innern
n Nord-America und Sibirien schienen darauf zu deuten, daß
e Isothermen in höheren Breiten Linien mit zwei concaven und
:ei convexen Scheiteln seyen, daß bei noch größerer Annähe-
ng an den Pol aber die Isothermen in sich selbst zurücklaufende
ırven wären. Ich habe die hierauf bezüglichen Thatsachen oben
f S. 104. mitgetheilt. Jedoch habe ich selbst diese ganze Un-
:suchung für Asien und den größten Theil America's nur als
ie beiläufige Annäherung an die Wahrheit angesehen. Ohne
vas von dieser meiner Arbeit zu wissen, schrieb mir Herr
r. Adolph Erman, dessen sorgfältigen Untersuchungen wir
ch manche wichtige Aufschlüsse über das nördliche Asien verdan-
n werden, daß die von ihm während seine Reise gesammelten
)atsachen sehr für die Hypothese Brewster's sprächen.
ährend eines Aufenthaltes zu Berlin um Weihnachten 1831
:ilte er mir mehrere sehr interessante Bemerkungen über die
matischen Verhältnisse jener Gegenden mit. Auf mein Er-
:hen, mir die wichtigsten Thatsachen für die Lehre von der Ver-
:ilung der Wärme mitzutheilen, zog er mit der größten Bereit-
lligkeit alle von ihm und Andern gefundenen Größen aus seinem
gebuche und überschickte sie mir kurz nach meiner Abreise nach
ılle mit folgendem Briefe:

„Specielleres Eingehen in die meteorologischen Verhält-
der von Europa entfernten Landstriche, ist jetzt für um so erspr-
licher und wünschenswerther zu halten, da wir in neueren Ze-
durch mehrere Arbeiten die für jedes einzelne meteorologische P-
nomen von örtlichen Besonderheiten freie, allgemeine Norm ke-
nen gelernt haben, und somit einen sichern Anknüpfungspunkt f-
die Vergleichung besonderer, bisher weniger beachteter Gegend-
besitzen. Ich lasse es mir daher angelegen seyn, sowohl mit H-
meteorologischer Beobachtungsjournale für mehrere nord-asia-
sche Orte, als auch durch Würdigung einzelner Wahrnehmung-
und Beobachtungen, die auf meiner Reise gemacht werden ko-
ten, Beiträge zu monographischen Schilderungen örtlicher K-
mate Nord-Asiens auszuarbeiten. Gegenwärtig hebe ich a-
meinem Reisetagebuche nur diejenigen Zahlen hervor, welche f-
das geographische Vertheilungsgesetz der mittl-
Wärme von Nutzen seyn könnten. Ich habe mich dabei
müht, zu diesen Zahlen die Nebenumstände, unter welche-
erhalten wurden, und die Mittel, welche zu ihrer Erlangung -
ten, so vollständig anzugeben, als es Behufs einer richtigen-
wendung auf bestimmte Zwecke nöthig zu seyn scheint."

„Ich bemerke nur noch, daß in den Fällen, wo eine Bo-
temperatur als durch Bergbohrversuche erhalten angeg-
wird, dieses so zu verstehen ist, daß ein Loch von 2 bis $2\frac{1}{4}$ Z-
Weite bis zur jedesmal angegebenen Tiefe senkrecht in das E-
reich gebohrt und in dieses das Thermometer, mit schlecht lei-
den Substanzen umwickelt und durch eine eiserne Hülle vor St-
gesichert, hinabgelassen wurde. Der Apparat blieb in der T-
des Loches so lange, als nach vorläufigen Versuchen zur vollst-
digen Temperaturannahme nöthig gefunden wurde; die Zeit d-
Aufziehens und Ablesens aber konnte genugsam verkürzt werd-
um gegen jede Standesänderung völlig gesichert zu seyn. Der
einem solchen Loche während der Dauer des Versuches etwa e-
standene Luftwechsel vermag nicht die constante Temperatur d-
angebohrten Schichten zu modificiren (wegen verschwinden-
Masse einer zwei Zoll breiten Luftsäule gegen die unbegränzte E-
schicht, deren senkrecht abgeschnittene Wände sie berührt). E-
zu bemerken ist dabei der Umstand, ob der thermometrische Ap-
rat in einer trockenen oder in einer nassen Erdschicht sich

fan-

id. Im letztern Falle nämlich ist das Resultat des Versuches : identisch zu halten mit der Temperatur einer in der angegebe- n Tiefe rinnenden Quelle: also influenzirt durch die relative nge der monatlich am Beobachtungsort in die Erde dringen- Niederschläge: im ersteren Falle hingegen ist das Verhältniß einfacheres, und so weit unsere bisherigen theoretisch-meteoro- ischen Ansichten reichen, müßte alsdann die durch den Berg- rer erhaltene Temperatur gleich seyn der mittlern jährlichen ttemperatur, nebst der geothermischen Accrescenz, welche der fe des aufgeschlossenen Loches entspricht, wobei ich unter geo- mischer Accrescenz die Wirkung derjenigen nunmehr völlig äugbaren Wärmequelle verstehe, welche den tiefern Erd- chten unabhängig von der Einwirkung der Sonne einen gewis- Temperaturzuwachs ertheilt."

„Ich habe daher im Folgenden als drei von einander zu erscheidende und nur erst durch besondere Betrachtungen auf- nder zu reducirende Reihen von Resultaten: 1) die mittlere nperatur der Luft, 2) die Temperatur nasser Erdschichten, und die Temperatur trockener Erdschichten von einander getrennt gelegt."

„Einige der Beobachtungen der Quellen- und Bodenwärme Sibirien, welche ich Ihnen im Folgenden mittheile, habe ich Gegenwart von Herrn Professor Kupffer angestellt, welcher ihm auf diesem Wege bekannt gewordenen Zahlen, ohne Rück- auf die Besonderheit der sie bedingenden Umstände, zur Auf- ung einer eigenthümlichen Gesetzmäßigkeit der Bo- emperaturen (im Gegensatze zu den Lufttemperaturen) be- e [1]). Wenn wirklich der hier angedeutete Theil meiner Beob-

---

Poggendorff's Annalen XIV, 159. „So wenig ich mit den am angeführten Orte angegebenen Resultaten mich übereinstimmend bekenne, zeigt doch eine Vergleichung der daselbst bekannt gemachten beobachte- ten Zahlenangaben mit den beiliegend von mir beigebrachten, welche derselben ich als von mir und mit meinem Instrumente beobachtet an- erkenne und (um den Verdacht eines von mir begangenen Plagiats zu vermeiden) hiemit nachträglich zu Herrn Kupffer's Aufsatz als solche anzeige und vindizire. Ich setzte am nördlichen Ural eine bereits seit Kurland begonnene fortlaufende Reihe von Quellenbeobachtun- en fort, ohne dazu angeregt zu seyn durch Herrn Kupffer, welcher vielmehr damals mit dem Nutzen dieser Art von Beobachtungen nicht

achtungen zu den Resultaten berechtigt, welche am angeführten Orte daraus gezogen werden, so würden sie im offenbaren Widerspruche stehen mit den ferneren thermologischen Angaben, welche ich für östlicher gelegene Orte Nord-Asiens erhalten habe und Ihnen beiliegend von Nr. 30 an mittheile. Ich glaube indessen und halte mich für überzeugt, daß die von Herrn Kupffer angegebene besondere Norm geothermischer Verhältnisse (im Gegensatze zu den aerothermischen) deshalb unstatthaft ist, weil zu ihrer Begründung eine willkührliche Vermengung von Temperaturen trockner und nasser Erdschichten (Quellen) angewendet wurde und daß, nach richtiger Würdigung der eine jede meiner Beobachtungen bedingenden außerordentlichen Nebenumstände, sie sämmtlich einer einzigen durchgreifenden Gesetzmäßigkeit: der der mittleren jährlichen Luftwärme, sich fügen werden. — Freilich dürfte uns für viele der Orte, für welche ich Ihnen hier die Quellentemperatur mittheile, die genugsame Kenntniß der monatlichen Regenmengen noch abgehen, um die Reduction der beobachteten Temperatur nasser Schichten auf die gesuchte Temperatur trockner Schichten durch Rechnung vornehmen zu können: es bleibt aber nicht minder wesentlich, die von der Natur getrennten Phänomene nicht durch willkührliche Vermengung zu verwirren."

„Was die an gewisse der mitgetheilten Beobachtungen anzubringende Correction für die geothermische Accrescenz betrifft, so bemerke ich, daß ich nach Zusammenstellung der sichersten unter den Beobachtungen am Ural dieselbe zu 1° Réaum. für 116 Pariser Fuß bestimmt habe. Im letzten Sommer (Junius 25. 1831) fanden aber mein Vater und ich durch thermometrische Versuche in einem 700 Fuß tiefen Bohrloche zu Rüdersdorf bei Berlin die geothermische Accrescenz zu 1° R. für 90 Pariser Fuß, und eine bei dieser Gelegenheit gemachte Zusammenstellung sämmtlicher früheren Beobachtungen über diesen Punkt (welche zum großen Theile weit unsicherer sind,

---

einverstanden zu seyn und sie deshalb am südlichen Ural nicht angestellt zu haben, äußerte. Meine im Folgenden angegebenen Beobachtungen Nr. 19, 26 u. 28 theilt Herr Kupffer mit demselben Rechte wie die übrigen als die seinigen mit, vergessend, daß er an dem Punkte, wo sie angestellt wurden, nicht gewesen ist."

die im Bohrloche zu Rüdersdorf) ergiebt als Mittelwerth R. für 94,4 Pariser Fuß."

„Schließlich bemerke ich noch, daß da, wo in der folgenden el keine Höhe mitgetheilt wird, diese zu unbedeutend war, auf die Temperatur einen großen Einfluß zu haben."

Ich gebe in der folgenden Tafel die Beobachtungen in der- en Folge, in welcher sie mir mitgetheilt wurden. Die einzige deruhg, welche ich vorgenommen habe, besteht darin, daß die Grade der Reaumurschen Scale in hunderttheilige ver- idelt und bei der Lufttemperatur die erforderliche Correction ebracht habe, wenn das arithmetische Mittel sehr von dem ren Mittel abwich.

fel der von Erman auf seiner Reise in den Jah- 1828 bis 1830 angestellten und gesammelten Beobachtungen der Luft- und Erdwärme.

Ort	Breite	Länge östlich von Greenw.	Ungefähre Meereshöhe Fuß	Temperatur Luft	Quellen d. nassen Erdschichten	Trockne Erdschichten
erlin	52°30'	13°24'	....	....	9°,99	....
daselbst	....	....	....	7°,55	....	....
önigsberg	54.42	20.30	....	....	8,16	....
daselbst	....	....	....	6,28	....	....
alkhof	56.36	23.24	....	....	6,21	....
Litau	56.42	23.42	....	6,59	....	....
orpat	58.24	26.42	....	5,69	....	....
etersburg	59.54	30.18	....	....	6,00	....
aselbst	....	....	....	5,40	....	....
tadt Waldai	57.54	33.12	1000	....	5,71	....
edrowa	57.42	33.36	800	....	8,12	....
Moscau	58.48	37.30	700	5,01	....	....
Wladimir	56. 0	40. 0	500	....	6,02	....
Ostaschicha	56. 6	45. 0	400	....	6,21	....
Kümes	56.54	51. 8	300	....	5,00	....
sk	57.18	52.54	200	....	4,40	....
Kasan	55.48	49.24	100	....	6,00	....
Perm	58. 0	56.24	175	....	2,50	....
Slatoust	57. 0	57. 0	175	....	5,60	....
Nischni Tagilsk	58. 0	60. 0	700	....	3,28	....
daselbst	daselbst	das.	daselbst	....	3,73	....
daselbst	daselbst	das.	daselbst	....	4,84	....
uschwa	58.18	60.12	....	....	5,27	....
ischni Turinsk	58.24	60.12	700	....	5,25	....
uschwa	58.18	60.12	....	....	5,00	....

Ort	Breite	Länge östlich von Greenw.	Angeführte Meeres-höhe Fuß	Temperatur: Luft	Temperatur: Quellen d. nahen Erd-schichten	Temperatur: [illegible]
23. Werchoturie	58° 54′	60° 12′	900	....	2,65	....
24. Bogoslowsk	59. 48	60. 24	700	....	2,94	....
25. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	3,38	....
26. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	....	4,50
27. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	3,94	....
28. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	6,21	....
29. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	— 0,64	....	....
30. Tobolsk	58. 12	68. 6	300	....	....	[illegible]
31. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	....	[illegible]
32. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	— 2,45	....	....
33. Beresow	63. 54	64. 54	....	....	2,00	....
34. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	— 2,98	....	....
35. Obdorsk	66. 30	66. 24	....	....	....	— [illegible]
36. Podjelnik	56. 18	87. 12	500	....	0,56	....
37. Krasnojársk	56. 0	92. 54	700	....	3,88	....
38. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	3,94	..
39. Irkutzk	52. 18	104. 12	1350	....	3,75	.
40. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	0,56	....	.
41. Werchne Udinsk	51. 48	107. 42	1800	....	1,88	.
42. Troitzko Ssawsk bei Kjächta	50. 24	106. 30	2700	....	1,76	....
43. Jakutzk	62. 0	129. 7	350	— 8,07	....	....
44. daselbst	daselbst	daselbst	daselbst	....	— 7,50	....
45. Nischni Kolymsk	68. 18	163. 18	....	— 10°,00	....	....
46. Ustjansk	70. 48	138. 24	....	— 14,89	....	....
47. Ochotzk	59. 18	143. 12	....	A	2,50	....
....				B	2,00	....
....				C	2,00	....
48. Tigil	57. 54	158. 0	150	....	2,75	....
49. Poworotnaja Sopka	57. 12	159. 36	1630	....	1,88	....
50. Kluitschewskaja Selenie	56. 18	160. 24	400	....	5,63	....
51. Petropaulowsk	53. 0	158. 8	....	2,04	....	....
52. Neu-Archangelsk auf Sitcha	57. 0	224. 24	....	7,09	....	....
53. San Francisco in Californien	37. 48	237. 54	....	A	10,63	....
				B	9,75	....
54. Otaheiti	17. 30 S	210. 24	....	....	23,00	..
55. daselbst	daselbst	daselbst	....	....	23,00	....

Die Untersuchungen, auf denen diese Angaben beruhen, si… folgende:

1. Erman in den Abh. d. Berl. Acad. nach mehrern Ja… gängen für die Quellen, und Tralles daselbst für die L…
2. Meine Beobachtungen in den Annal. der Physik LXXX… 297 für die Quellen, und Sommer für die Luft.

3. Am 6ten Mai 1828. Quelle von gleicher Reichhaltigkeit und unter ähnlichen Umständen entspringend, wie die unter 2. erwähnte.

4. 6jähr. Beob. (1823—28) berechnet vom Prof. Paucker. Die Messungen wurden angestellt um 20^h, 3^h und 9^h und es wurde angenommen, das Mittel sey $= \frac{10.XX + 4.III + 7.IX}{21}$ (Die römischen Zahlen bezeichnen die zu den gedachten Stunden erhaltenen mittleren Temperaturen.)

5. 3jähr. Beob. (1826—28), mitgetheilt durch F. Parrot.

6. Die Quelle beob. am 23sten Mai 1828. „Drei sehr reiche Quellen, die ich auf dem Besborodkischen Landgute beobachtete. (Kupffer Voy. au mont Elbrous p. 117 citirt 6°,13 für den Monat Mai. Ich weiß nicht, ob dieses nach der ihm mitgetheilten Angabe der Beobachtungen meines Thermometers in einer der drei Quellen geschehen, oder in Folge einer eigenen Beobachtung, die er etwa in einem spätern Jahre gemacht hätte. Im letzteren Falle wäre es höchst wünschenswerth gewesen, einen andern Monat zu wählen)." Die Temperatur der Luft nach Beobachtungen von 1780 bis 1806, nämlich 20 Jahre von A. Euler und 6 von Inochodzow.

7. Beob. am 14ten Julius 1828. Mittel aus der Temperatur dreier Quellen. Südöstlich von der Stadt nahe an der Landstraße gelegen.

8. Beob. am 14 Julius 1828. „Am Abhang der Hügel von Waldai. Offenbar anomal erkältet: wahrscheinlich in Folge eines nahe gelegenen Torfmoores, welches die Quelle speist und in welchem die Winterkälte sich länger zu erhalten pflegt."

9. Mittel aus den Beobachtungen um 18^h, 0^h und 9^h, während 5 Jahren durch Prof. Perewoschtschikoff angestellt.

10. Beob. am 31 Julius 1828. Grundwasser in einem Ziehbrunnen von 112′ Tiefe.

11. Beob. am 10 August 1828. Grundwasser in einem Ziehbrunnen von 98′ Tiefe.

12. Beob. am 21 August 1828. Grundwasser in einem Ziehbrunnen von 25 Fuß Tiefe.

13. Beob. am 23. August 1828. Grundwasser in einem Ziehbrunnen von 38 Fuß Tiefe.

14. Quelle aus dem bunten Sandstein am Hügel der Festung. Prof. Bronner fand sie sehr constant im Laufe des Jahres.

15. Beob. am 26 August 1828. Grube Urschinsk nahe bei der Stadt. Grubenwasser in 93 engl. Fuß Seigerteufe aus dem Kupfersanderz gesammelt. Die Wässer der oberen Schichten vermengen sich mit denen der unteren, bevor sie zu Sumpfe kommen, daher scheint die geothermische Accrescenz hier nicht fühlbar.

16. Beob. am 29 August 1828. Starke Quellen, die gleich beim Ausfluß einen erheblichen Bach bilden, aus aufgeschwemmten Schichten. Wohl periodisch mit den Jahreszeiten wechselnd, wie die ähnlichen Quellen des aufgeschwemmten Landes. Vgl. No. 2.

17. Beob. am 7 Sept. 1828. Brunnen von 20 Fuß Tie

18. Beob. das. Brunnen von 12 Fuß Tiefe.

19. Beob. das. Grubenwasser aus 195 engl. Fuß Seigerteufe.

20. Beob. am 10 Sept. 1828. Quelle im Niveau des Flusses Kuschwa ausfließend. Durch ein hölzernes Bas ist der Abfluß etwas gehindert und daher wirkte wohl die Jahreszeit erhöhend auf die Temperatur.

21. Beob. am 11 Sept. 1828. Eisenhaltige Quelle, ebenfalls eingefaßt und der Abfluß nicht ganz frei.

22. Beob. am 10 Sept. 1828. Bohrloch von 14 Fuß Tie in einem von oben an nassen Erdreich, so daß plötzliche Vermengung des obern Wassers mit dem untern durch das Bohren bewirkt seyn konnte. — No. 20, 21 und 22 verdienen nicht viel Zutrauen.

23. Beob. am 12 Sept. 1828. Reichhaltige und schöne Quelle aus dem Granit im Niveau der Tura. Freier und vollkommener Abfluß.

24. Beob. am 14 Sept. 1828. Quelle aus Grünstein z der Erdoberfläche entspringend. Freier und vollkommener Abfluß.

25. Beob. am 14 Sept. 1828. Quelle im Trolowischen Grubenzuge im Erzengel-Schacht, in 182 Fuß Tiefe des

achtet, woselbst sie aus der Kluft eines stark geneigten Kalklagers von oben hereinbricht und wegen der Schnelligkeit ihres Laufes die Temperatur der tieferen Schichten wohl nicht angenommen hat.

26. Beob. am 14 Sept. 1828. Thermometer in demselben Schachte gelassen in einem Schießloche mit dem festen Gestein, bis sich die Temperatur nicht mehr sichtlich änderte.

27. Beob. am 14 Sept. 1828. Wasser in demselben Grubenzuge, welches in 210 engl. Fuß in einer Kalkhöhle zu Sumpf gekommen.

28. Beob. am 14 Sept. 1828. Grubenwasser im Turjinsker Grubenzuge, welches in 312 engl. Fuß in einem von da ab ersoffenen Schachte zu Tage gekommen.

29. Jahrgang 1827. Es wurde als Mittel gefunden um 18^h — 3°,74, um 0^h 2°,00, und um 8^h — 0°,19. Das arithmetische Mittel — 0°,64 wird sich wenig von dem wahren entfernen, da dieses zu Padua und Leith zu den gedachten Stunden nicht der Fall ist. „Die Vergleichung von (29) mit (32) zeigt jedenfalls, daß die Länge hier einflußreicher auf die Temperatur ist, als die Breite der Orte." Ist dieses von E. angegebene Resultat auch nicht zu läugnen, so glaube ich doch dagegen bemerken zu müssen, daß ein einziges Jahr noch nicht hinreicht, um die Existenz dieses Einflusses außer allem Zweifel zu setzen, noch weniger um seine Größe zu bestimmen.

30. Beob. am 21 October 1828. Bohrloch in der untern Stadt, 18 Fuß tief. Nach Durchsinkung einer feuchten torfartigen Schicht von 12 Fuß Mächtigkeit erreichte man eine vollkommen trockene Lehmschicht, in welcher das Thermometer sich während des Versuches befand.

31. Beob. am 19 October 1828. Bohrloch auf dem Festungshügel, 30 Fuß tief eingeschlagen. Von oben bis unten völlig trockener Lehm.

32. 15 Jahrgänge (1806—1821) von Beobachtungen von Herrn Albert, Med. Dr. zu Tobolsk. Es wurde gefunden um 0^h 0°,55 und um 11^h — 4°,13, das arithmetische Mittel beider ist — 1°,79. Das arithmetische Mittel der zu denselben Stunden in Padua angestellten

Beobachtungen ist 14°,33, das wahre Mittel 13°,75, die Correction — 0°,58 verwandelt sich wegen der etwas grössern täglichen Bewegung des Thermometers in — 0°,66 also wahres Mittel von Tobolsk — 2°,45 oder aufs Niveau des Meeres reducirt — 1°,95 [1]).

33. Beob. am 2 Decbr. 1828. Bohrloch 23 Fuss tief, eingeschlagen an einem um 34 Fuss über dem Flussniveau erhabenen Puncte. Der Bohr ging hier nur 4 Fuss tief durch gefrorne Erde. Am Boden des Bohrloches war feuchtes Erdreich. Die Verticale des Bohrloches ist um 30 bis 40 Schritt vom Flussufer entfernt.

34. Das. Ein Jahrgang sehr guter Beobachtungen. Es wurde gefunden um 18^h — 4°,00, um 0^h — 0°,[illegible] und 6^h — 3°,38, das arithmetische Mittel ist — 2°,56. Fügen wir dazu noch die für Padua nöthige Correction — 0°,42, so erhalten wir als mittlere Temperatur — 2°,[illegible] „Dass zwischen Tobolsk und Beresow ein so kleiner Temperaturunterschied, trotz eines Breitenunterschiedes von 6½ Grad Statt findet, erklärt sich durch die westliche Lage von Beresow [2]). Diese war bisher gänzlich unbekannt (s. Erman Lauf des Obi): man hätte hier durch das Thermometer die Längendifferenz vorhersehen können."

35. Beob. am 11 December 1828. Bohrloch 18 Fuss tief auf dem 60 Fuss hohen Uferhügel des Obi, eingeschlagen durch und durch in trockenen sandigen Lehm.

36. Beob. am 23 Januar 1829. Offene 14 Fuss tiefe Ziehbrunnen. Sicher durch den freien Luftzutritt bei Stagnation des Grundwassers erkaltet. Die angegebene Zahl ist daher nur als eine Gränze des Minimum anzusehen, unter welcher die Quellentemperatur nicht seyn kann.

37. Beob. am 28 Januar 1829. Mächtige Quelle aus dem Stinkstein entspringend im Niveau des Jenisey, beim Dorfe Basächa in der Nähe der Stadt.

38. Beob. das. Andere reichhaltige Quelle eben so entspringend beim Dorfe Torgasine. No. 38 und 39 sind vo[illegible]

1) Diese Reductionen sind von mir vorgenommen.

2) Oder grössere Nähe am Meere?

kommen frei abfließende Quellen, deren Beobachtung in jeder Beziehung für höchst zuverlässig gehalten werden muß. Cancer pulex lebte in ihnen bei einer Lufttemperatur von — $26^{\circ},2$.

39. Beob. am 10 Febr. 1829. Sehr gute Quelle bei der Sitrikowschen Besitzung nahe bei der Stadt. Die Quelle gehört sicherlich zu den sehr constanten wegen ihrer Reichhaltigkeit und der Mächtigkeit des Höhenzuges, welcher ihren Rinnsaal überdeckt.

40. 8 Jahrgänge; die Messungen gaben um 19^h — $2^{\circ},88$, um 2^h $6^{\circ},36$ und um 9 Uhr — $1^{\circ},81$, das arithmetische Mittel $0^{\circ},56$ weicht wenig vom wahren Mittel ab.

41. Beob. am 14 Februar 1829. Gute Quelle im Uda-Thale nahe bei der Stadt, welche täglich 99 300 Pfund Wasser giebt.

42. Beob. am 21 Febr. 1829. Zwei gute Quellen.

43. Sehr gute Beobachtungen mit Weingeistthermometern, welche ich mit den meinigen verglichen habe. Es wurde gefunden um 20^h — $12^{\circ},18$, um 2^h — $1^{\circ},68$; zu dem arithmetischen Mittel — $6^{\circ},98$ ist noch die Correction — $1^{\circ},74$ hinzuzufügen, dadurch wird die mittlere Temperatur — $8^{\circ},07$ oder aufs Meer reducirt — $7^{\circ},49$. „Die Sommer sind etwas wärmer als zu Tobolsk und dem gemäß sind viele einzelne Vegetationserscheinungen. Die Winter aber so, daß wir als arithmetisches Mittel der Beobachtungen um 20^h und 2^h erhalten: December — $42^{\circ},5$; Januar — $41^{\circ},25$, Februar — $39^{\circ},5$“. Beobachter sind Katakazia und Newjerow.

44. Beob. am 15 April 1829. „So fand ich die Temperatur des frisch angebrochenen Erdreiches am Boden eines 49 englische Fuß tiefen Schachtes, in welchem man Wasser zu erhalten hoffte, in dem man aber Sommer und Winter nur gefrornes Erdreich traf.“

45. Zwei Jahrgänge, deren Resultate mitgetheilt wurden vom Capitän Wrangel. Das Mittel erhalten wie sub 40.

46. Zwei Jahrgänge, in extenso mitgetheilt vom Flottarzt Figurin im Journal der russischen Marine. Das angegebene Mittel erhalten wie sub 40. Es ist namentlich De-

cember — 58°,4, Januar — 58°,7, Febr. — 34°,8, also die Winter nicht so streng als zu Jakutzk, dagegen sind die Sommer weit kälter [3]). Die Winter sind zu Ustjansk, ja selbst zu Jakutzk strenger als die von Parry im transatlantischen Polarmeere in 74° 42′ Breite beobachteten."

47. Beob. am 3 Junius 1829. Drei Quellen auf der Insel Bulgin, von denen A die wasserreichste ist und volles Zutrauen verdient.

48. Beob. am 18 August 1829. Schöne Quelle unmittelbar aus dem Mandelsteine quellend. Mit einem genau berichtigten Thermometer ward dieselbe späterhin beobachtet vom Capitän Sabjelow [4]); er fand am 27 August 1829 + 2°,25 (?), 12 October + 2°,25; 28 October + 2°,26; 12 December 2°,19; 4 Januar 2°,11, die Quelle ist also nahe constant.

49. Starke Quelle am Abhang der Powarotskaja Sopka, im Thal des ersten zum Ostmeere fließenden Baches.

50. Beob. am 12 Sept. 1829. Vier Werst von dem Dorf, 40 Werst vom Heerd der vulcanischen Thätigkeit. Nur vor Menschengedenken haben sich Lavaströme bis hieher erstreckt, doch ist es ein vulcanisches Gestein, aus welchem die Quelle entspringt. Die Quelle ist sehr wasserreich.

51. Im Mittel der Jahrgänge 1827 und 1828 wurden erhalten um $18^h,5$ 0°,05, um 0^h 4°,96 und um $9^h,5$ 0°,78; zu dem arithmetischen Mittel 1°,93 ist noch die Correction 0°,11 zu addiren, so daß 2°,04 sehr nahe das wahre Mittel ist.

52. Mittel aus dem Jahrgange 1829. Es wurde gefunden um 18^h 6°,02; um 0^h 9°,01; um 6^h 7°,05; das arithmetische Mittel 7°,36 erfordert die Correction — 0°,38, so daß 6°,98 sehr nahe die mittlere Temperatur ist. „Vier Grad nördlicher als Petropaulowsk und doch um 5° wärmer! Durch südliche Winde werden Colibris nach Sitcha

3) Hier haben wir also eine speciellere Nachweisung des Phänomenes, auf welches bereits oben nach den Bemerkungen von Parrot aufmerksam gemacht wurde.

4) So scheint der Name zu heißen.

verschlagen und leben daselbst während der Sommermonate. Die Einwohner gehen stets ohne Fußbekleidung, welches auf Kamtschatka's südlicher Spitze unerhört ist. Schnee bleibt nur auf den Bergen wochenlang liegen.

53. Quelle A beobachtet am 8 December 1829, bei der Mission San Francisco liegend; Quelle B am Nordufer der Bai liegend, am 15 December 1829 beobachtet, aus ihr pflegen die Schiffer sich mit Wasser zu versehen. „Beide Quellen scheinen alle Requisite zur Angabe einer richtigen Quellentemperatur zu besitzen, B wurde indeß entfernter vom Ursprunge des Wassers beobachtet, als A. — Zu San Franzisco gedeihen Oliven und ein trinkbarer Wein, desgleichen viele Formen von *Laurus*. — *Pinus*-Waldungen aber reichen von Norden her bis nahe an San Franzisco."

54. Beob. am 17 Februar 1830. Schöne und reichhaltige Quelle in einer schönen Querschlucht des Matawaithales, in einem natürlichen Bassin mit Sprudeln hervorquellend.

55. Beob. am 17 Februar 1830. Wasser aus einer Felsenspalte des steilen Bergabhanges zum Meere im Districte O-Parri hervorquellend.

Vermittelst der mitgetheilten Thatsachen lassen sich manche Punkte in der Lehre von der Vertheilung der Wärme besser begründen, als es nach denjenigen Erfahrungen möglich war, welche mir früher zu Gebote standen. Ich will es jedoch nur versuchen, die Biegung der Isothermen im Innern von Asien zu bestimmen, es künftigen Forschern überlassend, die noch vorhandenen Lücken zu ergänzen.

In dem Meridiane von etwa 65° östlicher Länge will ich die folgenden drei Messungen zusammenstellen:

Bombay: $\varphi = 18° 58'$, $T\varphi = 26°,46$
Tobolsk: $\varphi = 58° 10'$, $T\varphi = -1°,95$
Beresow: $\varphi = 63° 54'$, $T\varphi = -2°,98$

Obgleich sich nach den Bemerkungen von Erman Beresow im Vergleich mit Tobolsk durch eine hohe Temperatur auszeichnet, so

habe ich dennoch diesen Ort hier, wo wir zunächst nur eine erste Annäherung an die Wahrheit erlangen können, mit zur Berechnung genommen; sollte die Zahl der Messungen in diesem Meridiane noch größer werden und sich dabei durchgängig diese langsame Abnahme der Temperatur bei Annäherung an das Polarmeer zeigen, ja vielleicht eine schwache Zunahme der mittlern Temperatur auf eine ähnliche Art hervortreten, als wir ihn z. B. in Skandinavien zwischen Enontekis und dem Nord-Cap finden, so würden mehrere Formeln für verschiedene Breiten erforderlich seyn, obgleich die Messungen in Nord-America darauf deuten, daß das Gesetz der Continuität bei der Wärme-Abnahme im Innern der Continente weniger gestört ist, als an den Küsten.

Die Messungen an den gedachten drei Punkten führen zu der Gleichung

$$T\varphi = -12^{\circ},725 + 43^{\circ},661 \cos^2\varphi.$$

Für die Punkte, wo die einzelnen Isothermen durch diesen Meridian gehen, erhalten wir folgende Größen:

Isotherme von	in
25°	21° 38′ N
20	30. 2
15	37. 10
10	43. 49
5	50. 25
0	57. 20
− 5	65. 8
− 10	75. 32

Weiter östlich lassen sich in dem Meridiane von 135° O die folgenden Messungen zusammenstellen

Nangasaki:	$\varphi = 32^{\circ}\ 45,$	$T\varphi = 16^{\circ},01$
Peking	$\varphi = 39.\ 54,$	$T\varphi = 12,55$
Jakutzk	$\varphi = 62.\ 0,$	$T\varphi = -7,49$
Ustjansk	$\varphi = 70.\ 48,$	$T\varphi = -14,89$

Sollten wir einst eine größere Zahl von Messungen aus diesem Meridiane besitzen, so würde sie vielleicht zeigen, daß auch diese vier Orte sich nicht durch eine einzige Formel verbinden ließen, denn einer von ihnen hat ein Inselklima, der zweite das Klima

Ostküste Asiens, der dritte ein ganz entschiedenes Continental-
na, und der vierte endlich liegt an der Küste des sibirischen Eis-
eres. Jedoch auch hier scheint es erlaubt, Behufs einer An-
herung an die Wahrheit, diese vier Orte zu verbinden. Da
ch erhalten wir

$$T\varphi = -18^\circ,580 + 49^\circ,551 \cos^2\varphi$$

d dieser Ausdruck giebt folgende Durchschnittspunkte für die ein-
nen Isothermen:

Isotherme von	15° in	34° 7′ N
	10	40. 35
	5	46. 23
	0	52. 14
	— 5	58. 26
	—10	65. 25
	—15	74. 25

ndlich lassen sich in dem Meridiane von 160° die beiden folgenden
rte verbinden:

Petropaulowsk: $\varphi = 53^\circ\ 0'$, $T\varphi = \quad 2^\circ,04$
Nischni-Kolymsk: $\varphi = 68^\circ\ 18'$, $T\varphi = -10,00$

ese geben die Gleichung

$$T\varphi = -17^\circ,299 + 63^\circ,393 \cos^2\varphi$$

d wir finden hiernach

Isotherme von	5° in	49° 44′
	0	55. 18
	— 5	61. 19
	—10	68. 18
	—15	78. 0

ier scheinen also die Isothermen schon wieder etwas nach Norden
erückt zu seyn; dieser Einfluß des Meeres auf die Erhöhung der
emperatur im östlichen Asien wird noch auffallender, wenn wir
ie Abhängigkeit der Wärme von der Breite an der Ostküste Asiens
elbst untersuchen. Ich versuchte schon oben S. 106 eine an-
ähernde Bestimmung der Wärme in dieser Gegend, jedoch waren
Nangasaki und Peking die beiden nördlichsten Orte, aus denen ich

Beobachtungen benutzen konnte, und die gefundene Lage der Iso-thermen in höheren Breiten war daher stets verdächtig. Um auch für diese Gegenden etwas genauere Bestimmungen zu erhalten, stelle ich das Mittel aus den Messungen zu Peking und Nangasaki mit der zu Petropaulowsk zusammen. Dadurch wird

$$T\varphi = -13^\circ{,}471 + 42^\circ{,}827 \cos^2\varphi$$

und wir finden

Isotherme von 15° in 35° 23′ N
S. 106 fanden wir 36. 31

Mittel 35. 57

Isotherme von 10° in 42. 15
5 . . . . . 48. 57
0 . . . . . 55. 53
— 5 . . . . . 63. 63
— 10 . . . . . 73. 28

Stellen wir jetzt die Durchschnittspunkte der Isothermen mit den Meridiane im Innern des alten Continentes zusammen, so verwandelt sich die S. 106 gegebene Tafel in die folgende, der Wahrheit unstreitig näher kommende:

Isotherme von	Meridian von					Ostküste des alten Continentes
	55° O	65° O	90° O	134° O	160° O	
25°	28° 20′ N	21° 38′ N	19° 18′ N	. . . .	. . . .	16° 38′ N
20	34. 51	30. 2	31. 40	. . . .	. . . .	27. 50
15	40. 55	37. 10	37. 56	34° 7′	. . . .	35. 57
10	47. 37	43. 49	43. 51	40. 35	. . . .	42. 15
5	52. 43	50. 25	49. 44	46. 23	49° 44′	48. 57
0	59. 2	57. 20	55. 22	52. 14	55. 18	55. 53
— 5	66. 12	65. 8	62. 29	58. 26	61. 19	63. 63
— 10		75. 82	. . .	65. 25	68. 18	73. 28
— 15				74. 25	78. 0	

Wir sehen hieraus also, wie von der Westküste Europas an, die Isothermen ziemlich regelmäßig immer tiefer nach Süden sinken und sich erst ganz in der Nähe des großen Oceanes wieder nach Norden heben. Auffallend jedoch scheint es mir, daß in dem alten Festlande, wo der Charakter des Continentalen theils wegen der größern Ausdehnung der Ländermasse, theils wegen der hohen Plateaus und Gebirgszüge in der Mitte, weit auffallender und

ärker hervortreten muß, als in America, dieser Einfluß des öst-
ch liegenden Meeres erst in so geringer Entfernung von der Küste
wahrnehmbar wird. Die westlichen Luftströmungen, welche nach
en mir handschriftlich mitgetheilten Untersuchungen des Dr. Er-
man hier fast eben so vorherrschend sind als in Europa, tragen
llerdings zur Austrocknung der Luft und den damit verwandten
Phänomenen vieles bei; ich halte es jedoch für sehr wahrscheinlich,
aß auch hier der schnelle Uebergang vom Küstenklima zum Conti-
entalklima bei der Entfernung von der Ostküste Asiens nicht so-
ohl durch die absolute Distanz der Orte, als vielmehr durch die
ergketten bedingt wird, welche Kamtschatka von Norden nach
Süden durchziehen und sich an der Ostküste Asiens bis zum Ost-
ap im Lande der Tschuktschen erstrecken, gerade so wie Schweden
inen stark hervortretenden continentalen Charakter nicht sowohl
er großen Entfernung vom atlantischen Meere, als der Berg-
ette verdankt, welche dieses Land von Norwegen trennt.

Die mittlere Temperatur von Neu-Archangelsk auf der
Insel Sitcha bestätigt dasjenige, was ich an mehreren Stellen
über die Wärmedifferenz zwischen Ost- und Westküsten gesagt
abe. Diese Wärme ist jedoch mehrere Grade größer, als sie
ach der S. 103 mitgetheilten Tafel seyn sollte. Sollten Mes-
ungen an mehreren Orten der Westküste Americas ähnliche
nomalieen zeigen, so würden die gefundenen Punkte für die
sothermen in dieser Gegend sehr abzuändern seyn, bis jetzt
abe ich diese Arbeit nicht vorgenommen. Die Messungen auf
Sitcha umfassen jetzt nur die Zeit eines Jahres, und es wäre
öglich, daß durch spätere Beobachtungen die gegebene Tempe-
atur sehr geändert würde. Dazu kommt, daß wahrscheinlich
ie steile Küste in der Umgegend eine ähnliche Wärmeerhöhung
ewirkte, als wir sie in Norwegen bemerken.

Zu demjenigen, was ich eben über unsere Kenntniß von den
Gesetzen der Wärmevertheilung an den beiden Küsten des großen
Oceans gesagt habe, will ich noch eine Bemerkung über die
Temperatur des Meerwassers selbst hinzufügen. Schon bei
Behandlung dieses Gegenstandes machte ich auf S. 119 darauf
ufmerksam, daß der große Ocean in der Nähe des Aequators
wärmer sey, als das atlantische Meer. Ich mußte es jedoch un-
ntschieden lassen, ob diese Differenz Folge des Zufalles oder eines

Naturgesetzes sey. Durch die Beobachtungen, welche Beechey auf seiner Reise nach dem nordwestlichen America anstellte und welche ich erst vor wenigen Wochen zu Gesicht bekam, läßt sich die Wärme in verschiedenen Gegenden jenes Meerbeckens genauer bestimmen, jedoch sind die Abweichungen zwischen den oben S. 118 gegebenen Größen und denjenigen, welche ich in Folge dieser Untersuchung gefunden habe, zum Theil so unbedeutend, daß ich es für überflüssig halte, den Gegenstand hier aufs Neue zu behandeln, da wir vielleicht binnen Kurzem von den französischen Reisenden Freycinet, Duperrey und Andern die von ihnen gesammelten Thatsachen erhalten, wodurch nothwendig eine noch schärfere Bestimmung möglich wird. Die von Beechey gefundenen Thatsachen machen es nun höchst wahrscheinlich, daß der große Ocean am Aequator wärmer sey, als das atlantische Meer. Die Ursache dieses Unterschiedes liegt nach meiner Ansicht in der ungleichen Ausdehnung beider Meere. Indem die Passate das Wasser der Aequinoctialmeere nach Westen treiben, wird letzteres in dem atlantischen Meere in kurzer Zeit nach Norden oder Süden geführt; Polarströme, sey es nun, daß sie an den Küsten entlang fließen, oder daß sie von unten in die Höhe steigen, stellen das hydrostatische Gleichgewicht sogleich wieder her. Wegen der großen Wärmecapacität des Wassers aber vergeht lange Zeit, ehe letzteres die zur Herstellung des Temperaturgleichgewichtes erforderliche Wärme erhält, ja vielleicht erhält das Wasser bei der geringen Ausdehnung dieses Beckens die zu der Breite gehörige Temperatur entweder gar nicht, oder doch nur in der Nähe der Küsten, auf keinen Fall aber in der Mitte des Meeres, wo doch die meisten Messungen gemacht sind. Es scheint mir nach dem Gesagten im hohen Grade wahrscheinlich, daß eine größere Zahl von Messungen, als wir jetzt besitzen, in den Aequinoctialgegenden des atlantischen Meeres eine entschiedene Abhängigkeit der Wärme des Wassers von der Länge zeigen werden, indem letztere desto größer wird, je näher wir an Americas Ostküste gelangen. Ganz anders sind die Verhältnisse im großen Oceane. Die mathematische Dimension dieses Beckens ist größer, das Wasser verweilt länger in der Nähe des Aequators, und da die vertical stehende Sonne länger einwirkt, nimmt das Meer eine höhere Temperatur an. Der Einfluß dieser mathematischen Dimension wird noch durch

einen

ıen physischen Umstand unterstützt. Eine Menge kleiner Inseln
gt in den Aequinoctialgegenden des großen Oceans zerstreut, ein
oßer Theil von diesen besteht aus Corallen. Mögen wir nun
t einigen Naturforschern annehmen, daß der Boden des Oceans
r eben sey, und daß diese Gebäude hier senkrecht in die Höhe
führt seyen, oder mögen wir uns hier submarine Gebirgszüge,
ößtentheils vulcanischer Natur vorstellen, auf denen die Inseln
tweder auf Höhen oder auf Erhebungskratern ruhen: so viel ist
wiß, daß diese Inseln der Fortbewegung des Stromes ein Hin-
rniß entgegensetzen, die Geschwindigkeit des Wassers also ver-
ndern. Die wenigen mir bekannten Thatsachen scheinen es zu
stätigen, daß der Aequatorialstrom im atlantischen Meere eine
ößere Geschwindigkeit hat, als im großen Oceane. Nach den
fahrungen von Sabine beträgt die Schnelligkeit dieses Stro-
s im atlantischen Meere täglich etwa 40 Seemeilen [5]), da-
gen betrug nach den Beobachtungen von Beechey die Schnel-
keit des Stromes auf dem Wege von Taïti nach dem Aequator
) bis 30, im Mittel 16½ Meilen im Tage, und vom Aequa-
r bis zu 4° N 15 bis 23, im Mittel 18 Meilen im Tage [6]).

Ich sehe mich bei dieser Gelegenheit genöthigt, noch auf
ıen Umstand aufmerksam zu machen, welcher auf den Gang der
mperatur vom größten Einflusse ist und auf den ich bei den frü-
ren Untersuchungen ein weit geringeres Gewicht gelegt habe,
s er verdient. Wir haben mehrmals gesehen, daß die Aende-
ngen der Lufträume sowohl während des Tages als während
s Jahres am Meere und auf demselben am kleinsten sind, und
ß sie zunehmen, wenn wir von den Küsten des Meeres ins In-
re der Continente übergehen. Ungleiche Durchsichtigkeit der
emente, Wärme die der Dampf bindet oder die beim Nieder-
lage frei wird, wurden als die wichtigsten Ursachen dieses Ge-
nsatzes zwischen Continental- und Seeklima angesehen. Nicht
nder wichtig aber ist der Einfluß der Wärme-Capacität. Neh-
n wir an, die Luft über dem Meere und dem Festlande sey
derselben Breite gleich durchsichtig, es erhalten also gleich große
eile ihrer Oberfläche bei derselben Sonnenhöhe einerlei Menge

---

) Schweigger's Jahrb. N. R. XXI, 393.
5) Beechey Narrative II, 635.

von Wärme; stellen wir uns ferner vor, die Wärme, welche an
jedem Tage mitgetheilt wird und während der Nacht wieder aus-
strahlt, bleibe sowohl im Wasser als auf dem Festlande nur in den
superficiellen Schichten: so zeigt eine nähere Betrachtung, daß
die täglichen Aenderungen der Temperatur bei gleicher Menge
von Wärme nicht gleich seyn können. Um diese Differenz mit
Schärfe zu bestimmen, würde genaue Kenntniß der Wärme-
Capacität der verschiedenen Körper, aus denen die Erdrinde be-
steht, erforderlich seyn. Da hierüber noch keine umfassenden Ver-
suche angestellt sind, will ich zu einer beiläufigen Abschätzung die
Wärme-Capacitäten einiger Erden und Gesteine angeben, die des
Wassers mit 1 bezeichnet[7]):

Achat . . .	0,1950	nach Wilcke
Asche . . .	0,1923	nach Crawford
Bleioxyd, gelbes	0,0680	nach Crawford
Eisenoxyd . .	0,3200	nach Kirwan
kohlens. Kalk .	0,2700	nach Dalton (Kreide)
Kupferoxyd . .	0,2272	nach Crawford
Steingut . .	0,1950	nach Kirwan
Steinkohle . .	0,2800.	

Lassen sich gegen die Richtigkeit von manchen dieser Angaben auch
gegründete Einwendungen machen, so können sie uns doch da-
dienen, ungefähr das Verhältniß abzuschätzen, welches bei vorlie-
gendem Probleme Statt findet. Nehmen wir also an, die Wärme-
capacität der festen Erdrinde sey nahe eben so groß, als bei den
erwähnten Körpern, so finden wir $\frac{1}{4}$, die des Wassers als Ein-
heit angesehen. Wenn demnach alle Wärme, welche Meer und
Festland erhalten, nur in den obersten Schichten bliebe, so wür-
den, unter Voraussetzung gleicher Einnahme von Wärme im
Laufe des Tages, die Aenderungen der Temperatur in den
obersten Gesteinschichten viermal größer seyn, als auf der Ober-
fläche des Meeres, und eben dieses Verhältniß müßte sich zwi-
schen den untersten Luftschichten zeigen. Durch die Durchsichtig-
keit des Meeres und die Undurchsichtigkeit der festen Erdrinde

7) Sämmtliche Angaben aus dem Supplementbande zu Baumgart-
ner's Naturlehre S. 1030.

irb dieses Verhältniß noch bedeutend vergrößert; es tritt jedoch
ne theilweise Compensation ein. Da nämlich die Erde meistens
ehr oder weniger feucht ist, so findet auf ihrer Oberfläche eine
hwache Verdunstung Statt, wodurch die starke Erwärmung am
age verhindert wird. Wo jedoch der Boden sehr trocken, die
ft sehr durchsichtig ist, wie in den Wüsten, da müssen die tägl-
hen Aenderungen der Wärme sehr groß seyn, wie dieses auch
e Erfahrung bestätigt.

Es bliebe jetzt noch eine nähere Bestimmung der Isogeothermen
ch den mitgetheilten Messungen übrig; da jedoch die Messungen
verschiedenen Meridianen isolirt stehen, so ist es mir nicht mög-
h gewesen, die Lage dieser Linien so genau zu fixiren, als bei
n Linien gleicher Luftwärme der Fall war. Ich habe mich in-
ssen bemüht, die Zeichnung dieser Linien nach diesen Thatsachen
getreu als möglich darzustellen. Nur ein Umstand bleibt hiebei
inzlich dunkel, die geringe Temperatur der Quellen in Califor-
en. Es muß künftigen Reisenden überlassen bleiben, auszu-
achen, ob dieselbe Naturgesetz sey; wahrscheinlich aber ist es,
ß dort wegen des Vorherrschens der Winterregen die Wärme
r Quellen niedriger seyn wird, als die der Luft.

Druckfehler.

S. 1. Z. 7 v. u. lies: von Licht statt: der Luft.
— 97. — 7 v. u. l. — 15° st. — 10°.
— 109. — 8 v. u. l. groß st. klein.
— 111. — 5 v. u. l. er dem st. er in dem.
— 133. — 14 l. Wärmegraden st. Wärmegegenden.
— 142. — 13 v. u. l. zwischen der Temperatur des Sommers und Winters st. zwischen der mittleren jährlichen Temperatur.
— 145. Z. 12 l. die folgenden st. dieselben.
— 159. — 7 l. aufzuheben st. zu heben.
— 165. — 3 l. in eben diesen Gegenden st. in eben diesen Gebirgen.
— 192. — 3 l. für st. durch.
— 280. — 14 l. mir st. nur.
— 284. — 12 l. ist st. sind.
— 287. — 19 l. an der Erdoberfläche st. von der Erdoberfläche.
— — — 26 l. am Aequator st. vom Aequator.
— 332 — 18 l. Ausstrahlung der Wärme st. Ausstrahlung der Luft.
— 341. — 13 v. u. l. unserer Formel st. unsern Formel.
— 343. — 6 l. magnetischen st. electrischen.
— 353. — 4 l. Rechnungen st. Richtungen.
— 372. — 10 l. Winde st. Wärme.
— 387. — 6 l. Strömung st. Störung.
— 400. — 24 l. Welchen st. Welchem.
— 410. — 5 v. u. setze man mit diesen hinter Dämpfe.
— 462. — 23 l. Ostrande st. Ostwinde.
— 470. — 23 l. Taf. III. Fig. 6. statt Taf. IV.
— 536. — 13 v. u. l. Undulationssysteme st. Modulationssysteme.
— 537. — 26 l. schnelle st. specielle.

BKUGEL.

Taf: I

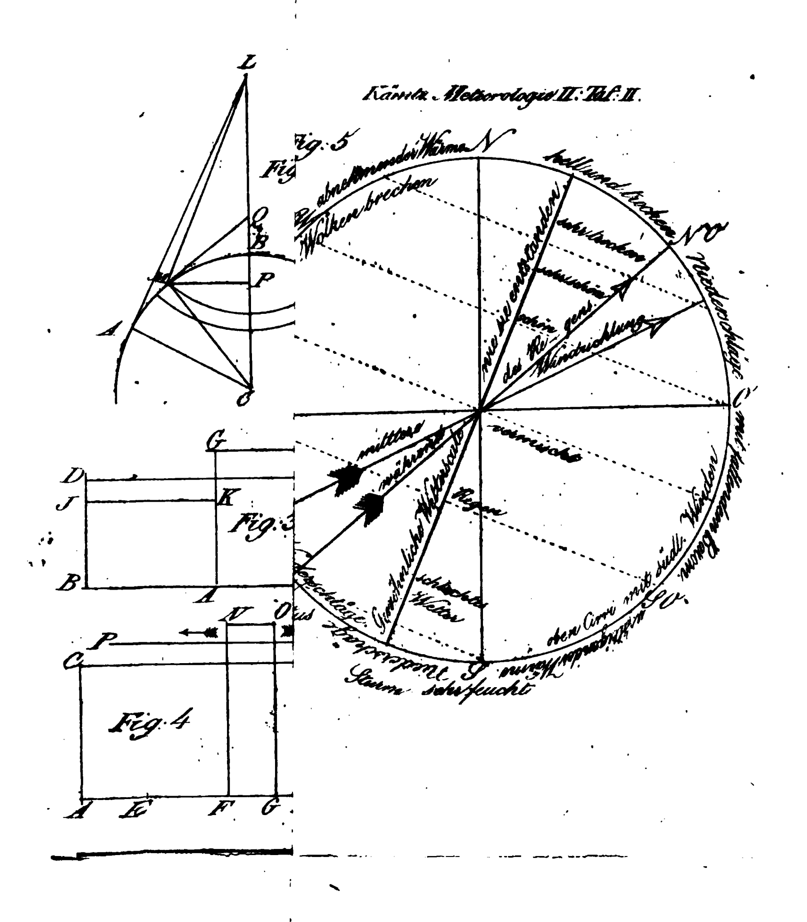
Küntz. Mile

- 5°

0°

5°

…n der obig Linien angegeben. Die bei jeder
…ieser Linigen Thermometers an und
…war bez…tehenden auf die Isothermen.


Fig. 5
N
S
Fig. 3
Fig. 4
hell und trocken
Niederschläge
mit fallendem Barom.
Wolken brechen
Regen
schlechtes Wetter
Sturm sehr feucht

CHARTEN

Kämtz Meteorologie II. Taf: II.

16'''
14'''
12'''
10'''
8'''
6'''
4'''
2'''

